

أنطون بطرس

مكتبة
الكتاب
المسيرة

مكتبة لبنان

مَوْسُوعَةُ الْكُـمْبِيُوتَرِ الْمِيسَّرَةِ

مكتبة لبنان
ساحة رياض الصلح ،
بيروت ، لبنان
وكلاء وموزعون في جميع أنحاء العالم
© الحقوق الكاملة محفوظة
لمكتبة لبنان ، ١٩٩١
طبعة أولى ١٩٩١
طبعة ثانية ١٩٩٤
طبع في لبنان
رقم الكتاب 01 D 110144

الرسم التآخية : سليم صوايا
الغلاف الخارجي : تصميم ، رازف انتيباس
تنفيذ : سليم صوايا
الخط : فؤاد اسطفان

الإهداء

إلى ساندرا ونادين
رمزي تمايز في الأسلوب
وتجانس في السّمي
نحو المستقبل

المُقدِّمة

تتألف هذه الموسوعة من ٢٤ فصلاً تتناول شرح الكمبيوتر وطريقة عمله في أسلوب مُبسَّط ولكن شامل ومُحيط، ومن هنا اكتسبت سِمَة الموسوعة.

وخلافاً للموسوعات التي يَغلب عليها الطابع السَّرديّ الكثيف، وعلى غرار الموسوعات العلميّة الأخرى الصادرة عن «مكتبة لبنان» يعتمد هذا الكتاب الشَّرح المُختَصَر الوافي المُباشر إلى جانب الرسوم المُفسَّرة.

إنَّ الهدف من وراء هذه الموسوعة هو وضع الكمبيوتر، هذا الوافد الجديد إلى الحضارة الإنسانية، بمُتناوَل مُختلف المعنيتين به وبخاصة أولئك الذين لا يملكون ثقافة كمبيوترية لكنهم يعملون في مُحيط تَغلب عليه التَّطبيقات الكمبيوترية. وكلُّنا بات يَعلم أنَّ دور الكمبيوتر لن يكون عابراً ولا هامشياً في حياة الإنسان؛ فهو منذ الآن يعمُّ مُختلف أوجه الحياة والعمل؛ وتطبيقاته تشمل جميع الحقول والقطاعات: الطَّبيّة والمعيشيّة والسَّياحيّة والصَّناعيّة والخدماتيّة والتَّجاريّة والعلميّة والفنيّة وحتىّ الرِّياضيّة. لقد غزا الكمبيوتر ميدان العمل وأصبح من مُستلزمات المكاتب والإدارة والإنتاج، ولم يعد هناك من فرد فاعلٍ في المُجتمَع يستطيع أن يعيش بمنأى عنه.

تتوجَّه هذه الموسوعة إلى كلِّ مُبتدئ بالكمبيوتر: من رَجُل التَّجارة والأعمال إلى الإداريِّ والموظَّف؛ من المواطن المُنتج إلى الطالب الساعي إلى التَّحصيل؛ من الشابِّ اليافع الطَّريِّ العود إلى الرَجُل الفاعل الذي يَقْبض زمام الأمور في ميدان عمله ويَرفض أن يتخطَّاه قطار التطوُّر. جميع هؤلاء تجمَعهم صفة واحدة هي أنَّهم مُبتدئون بالنَّسبة للكمبيوتر ولكنهم يَختلفون عن غيرهم بأنهم لا يُريدون أن يَقفوا من هذا التَّيار الجارف موقَّف المُتفرِّج فَحَسْب، بل يُريدون مُلاقاة وإمساك بعنانه وترويضه.

وكما سيراى لقارئ هذه الموسوعة، فإنَّه ليس في الكمبيوتر أيَّة أسرار أو الغاز، ولا يُوجد فيه شيءٌ يَستعصي فهمه. بل على العكس، فالكمبيوتر آلة بسيطة مطواعة لا يَحتاج التَّعرُّف إلى كُنْهها أيَّ جهد استثنائيِّ. ويُمكن أن يَتَمَّ ذلك، كما هو الحال في موسوعتنا، بواسطة جولة في بضعة فصول من القراءة المزدانة بالرسوم التوضيحيّة. وسوف يَجد القارئ أنَّه أَلَمَّ بالكمبيوتر واستوعب قدراته وإمكاناته، وأنَّ التَّوهُم من الكمبيوتر لا يَستند إلى أيَّة حقيقة: فكلُّ الأوهام مُتشابهة لا تستند إلى أيِّ أساس إلَّا في العقل. وإخراج هذا الوهم من عقولنا ليس بالأمر العسير إطلاقاً.

فتعالوا معنا إلى جولة في عالم الكمبيوتر واستكشفوا ما هو وكيف يعمل؟

المُؤلِّف

في ١-٦-١٩٩٠

المحتويات

٦	المقدمة
٩	الفصل الأول: ما هو الكمبيوتر؟
١٤	المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (١)
١٥	الفصل الثاني: كيف يعمل الكمبيوتر؟
٢٠	المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (٢)
٢١	الفصل الثالث: نسخ البيانات من أسطوانة إلى أسطوانة أخرى
٢٧	الفصل الرابع: مكونات الكمبيوتر
٣٠	المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (٣)
٣٠	الفصل الخامس: كيف تتولى البرامج زمام الأمور
٣٥	الفصل السادس: الشريحة... إعجاز في التصغير
٣٩	الفصل السابع: لغة الكمبيوتر (١): النظام الثنائي
٤٢	آباء الكمبيوتر (١)
٤٣	الفصل الثامن: لغة الكمبيوتر (٢): النظام الثنائي والست عشري
٤٧	الفصل التاسع: لغة الكمبيوتر (٣): قواعد التحويل
٥٠	آباء الكمبيوتر (٢)
٥١	الفصل العاشر: لغة الكمبيوتر (٤): قواعد الجمع والطرح
٥٥	الفصل الحادي عشر: اللغة الثنائية الإلكترونية
٥٩	الفصل الثاني عشر: المنطق الكمبيوتر (١): الجبر البولي، البوابات المنطقية
٦٣	الفصل الثالث عشر: المنطق الكمبيوتر (٢): ربط البوابات المنطقية
٦٧	الفصل الرابع عشر: الدارات الثنائية (١): من البدالات إلى الترانزيستورات
٧١	الفصل الخامس عشر: الدارات الثنائية (٢): آباء الترانزيستور
٧٢	كيف تعمل البدالة الإلكترونية
٧٤	نصف ناقل عالي الأداء
٧٥	الفصل السادس عشر: الدارات الثنائية (٣): السرعة ومشكلاتها
٧٩	الفصل السابع عشر: الدارات الثنائية (٤): كيف يصنع الترانزيستور
٨٣	الفصل الثامن عشر: من القياسي إلى الرقمي
٨٨	من البيانات إلى الظواهر

المُحتويات

٨٩	.....	الفصل التاسع عشر: تأهيل الكمبيوتر (١)
٩٤	.....	أدوات تحريك الدالة المنزلة
٩٥	.....	الفصل العشرون: تأهيل الكمبيوتر (٢)
٩٨	.....	ضابط الألعاب
٩٩	.....	الفصل الحادي والعشرون: عملية التدقيق الكمبيوترية
١٠٤	.....	الفصل الثاني والعشرون: لوحة المفاتيح
١٠٨	.....	الفصل الثالث والعشرون: المراقب (شاشة العرض)
١١٢	.....	الفصل الرابع والعشرون: الطباعة
١١٦	.....	الرُسوم التُصويرية



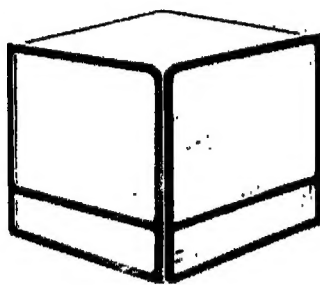
ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات

ما هو الكمبيوتر ومِمَّ يتألف؟ ما هي مكوناته وكيف يعمل؟
 أسئلة تواجه كل مبتدئ أو وافد جديد إلى عالم الكمبيوتر.
 نستهل بالإجابة عن هذه الأسئلة تمهيداً للانتقال إلى استعراض كيفية عمله ومفهوم المعالجة.

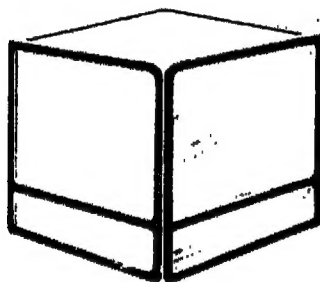
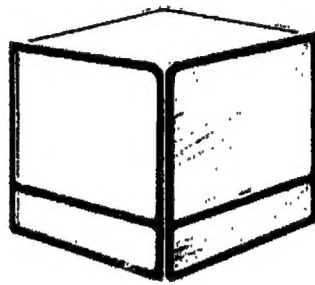
ما هو الكمبيوتر؟

الفصل الأول

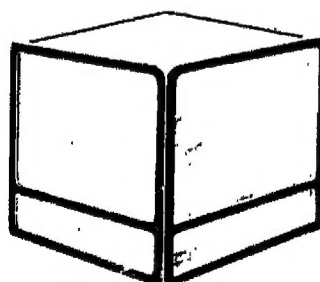
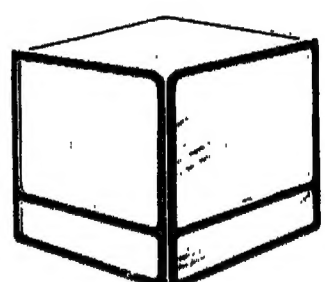
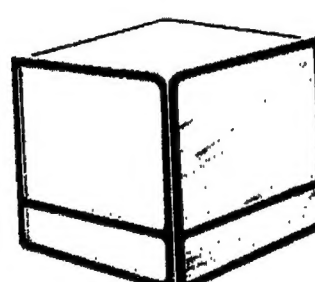
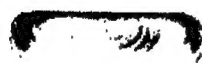
الكمبيوتر جهاز يقوم بعدد من العمليات الحسابية وهي:



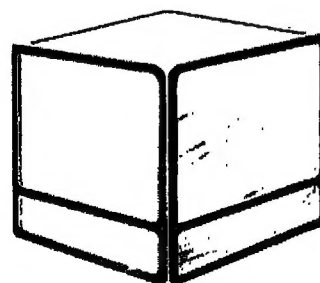
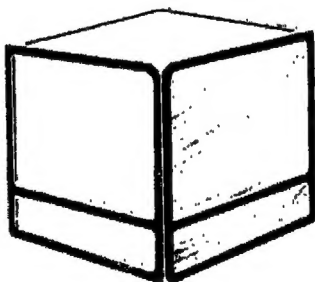
الجمع



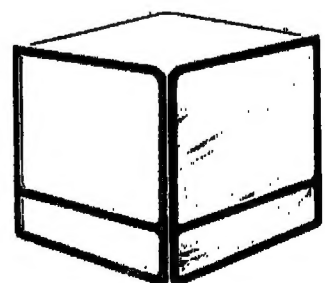
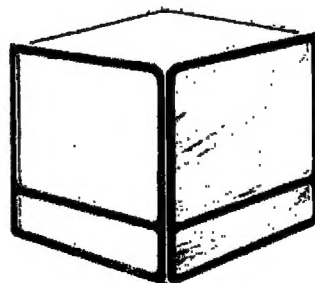
الطرح



الضرب

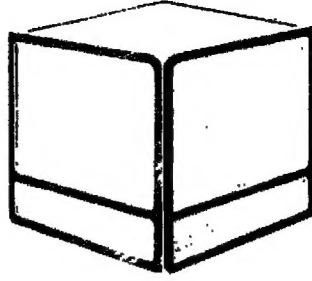
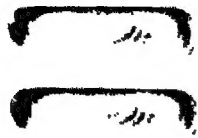
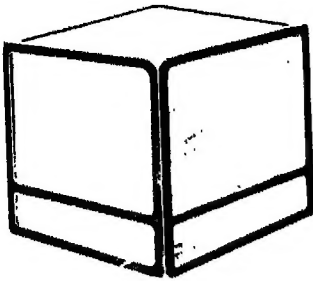


القسمة

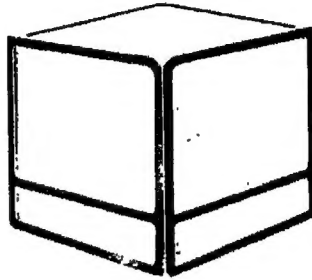
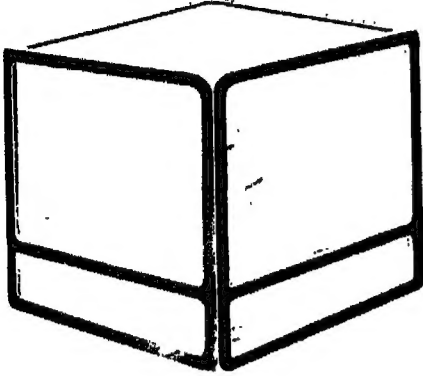


كما ويقوم الكمبيوتر بالعمليات المنطقية التالية :

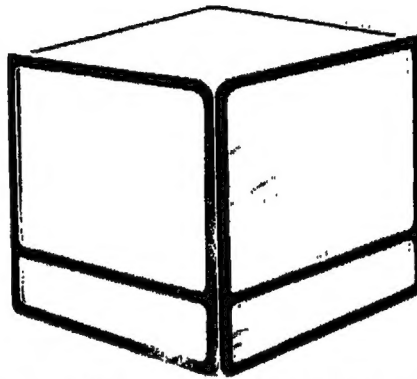
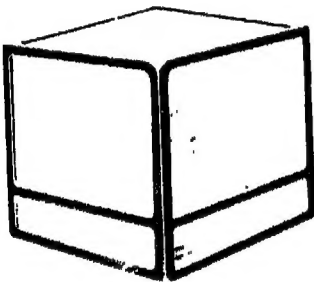
التعادل



اصغر من



اكبر من

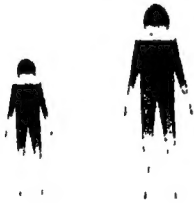


هذا كل ما يفعله الكمبيوتر ولا شيء سوى ذلك. حتى العمليات المعقدة تعتمد هذه العمليات الحسابية والمنطقية السبع. والواقع ان كل شيء يقوم به الكمبيوتر يتم وفق واحدة او اكثر من هذه العمليات.

ويحتاج الكمبيوتر لاتمام هذه العمليات الى مبرمج، وبواسطة البرامج التي يكتبها المبرمج يستطيع الكمبيوتر القيام بالاعمال العديدة التالية:

● معالجة المتغيرات

اذا (كان الرجل طويلا) / عندئذ (ابحث عن رجل قصير)



اين وضعت الملف؟

● فرز البيانات والبحث عنها

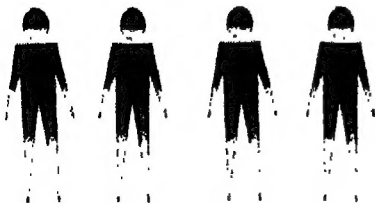
● المقارنة

كلغ حديد = كلغ قطن



كرر الطباعة مرتين

● العمليات المكررة

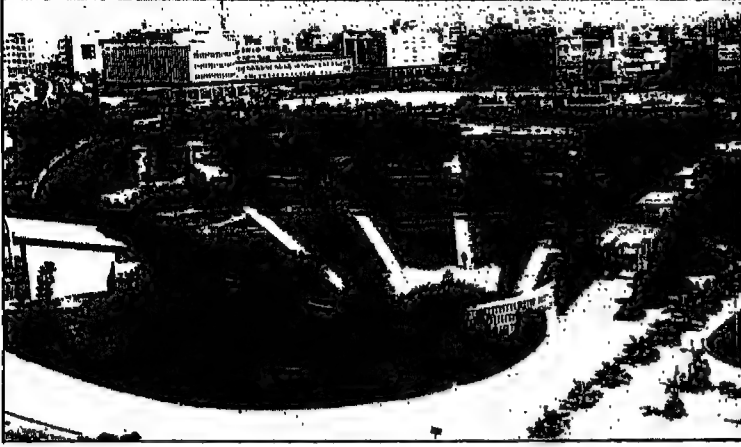


يبلغ مجموع عدد السكان اربعة ملايين

● العمليات الحسابية

مما يتألف الكمبيوتر؟

يتألف الكمبيوتر من الجزء المادي الملموس ويطلق عليه اسم معدات، وجزء غير ملموس هو البرامج .



المعدات: ان كل شيء تراه عينك في الكمبيوتر هو جزء من المعدات، كالشاشة، ولوحة المفاتيح، والاسلاك، والطابعة الخ... وهناك من يشبه المعدات بالمطبخ المنزلي الذي يتألف من فرن وبرد وغسالة ثياب الخ... وحيث لكل جهاز وظيفة معينة، ويمكن كذلك ان نشبه المعدات بمدينة يرافقها المنتظمة حيث لكل مرفق وظيفة محددة مرسومة.

البرامج: البرامج هي مجموعة التعليمات والبيانات التي توضع في القسم الالكتروني داخل الكمبيوتر والتي يتبعها لتنفيذ مهامه . وهي على نوعين:

أنظمة التشغيل: هي مجموعة التعليمات التي تتابع موقع وجود البيانات والبرامج، وتتحصر علاقة أنظمة التشغيل بوحدة المعالجة المركزية. وإذا كانت المعدات هي أشبه بمدينة فإن أنظمة التشغيل هي أشبه بخريطة المدينة التي تبين الطرق والمفارق وأرقام الشوارع حيث يمكن تحديد ومعرفة كل شيء في المدينة على الخريطة وبالطبع فكما ان كل خريطة مدينة تختلف عن خريطة مدينة أخرى، هكذا يختلف نظام تشغيل معين عن آخر.



برنامج تنظيف السيارة

١ - نظف محرك السيارة

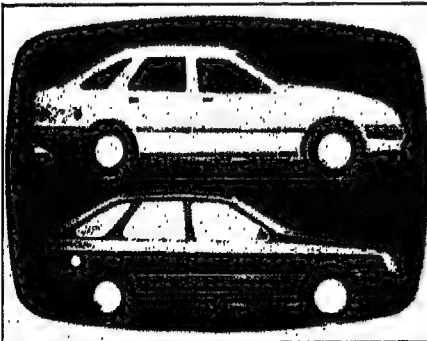
١ - ١ - رش المحرك بمنظف يزيل الشحوم

١ - ٢ - غلف جميع أجزاء المحرك مع الزوايا والشقوق

١ - ٣ - ازل السائل المنظف مع الوسخ بماء الخرطوم

١ - ٤ - دع الموزع ينضج بقليل من الماء

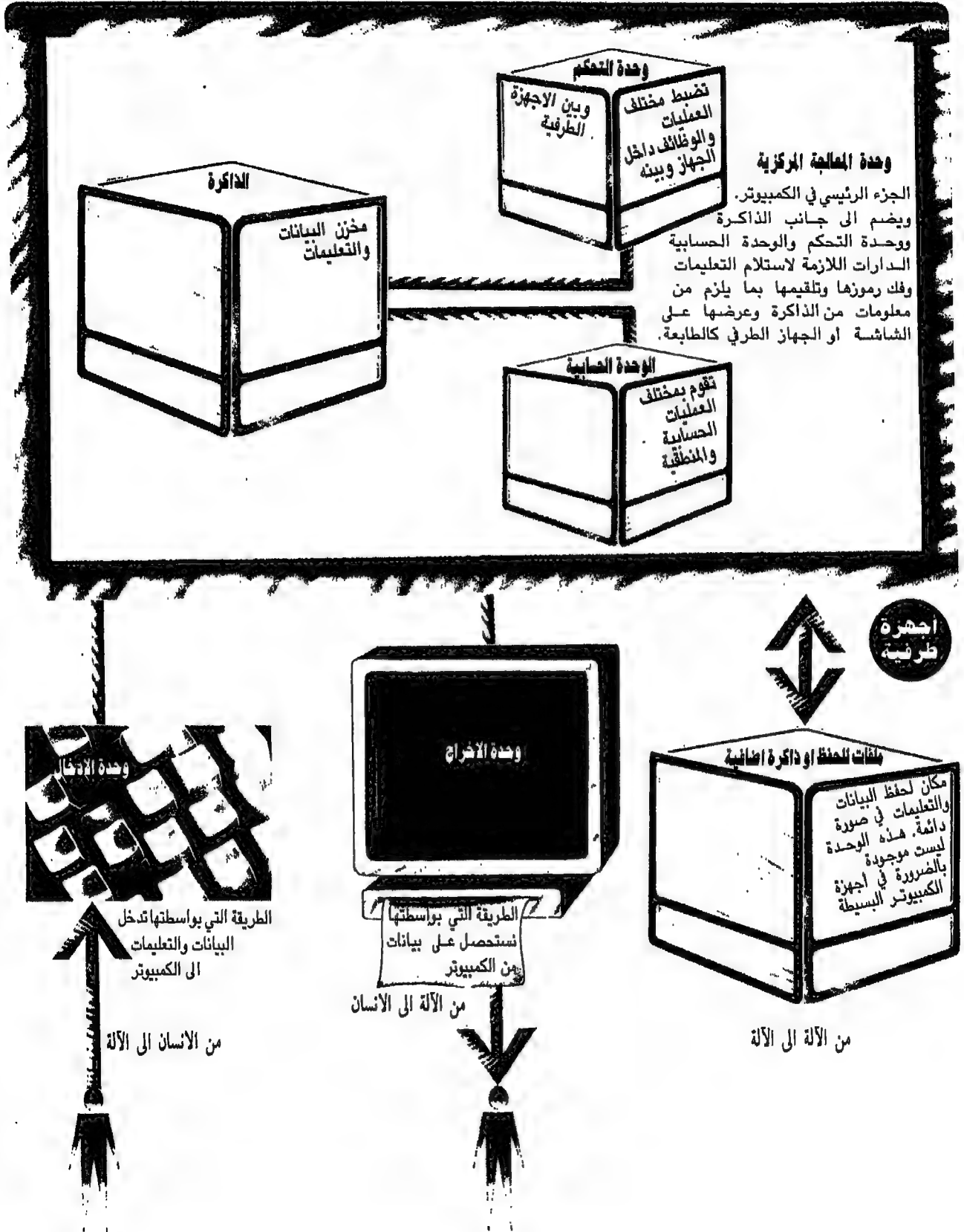
١ - ٥ - تخلص مما يتبقى على الاجزاء الكهربائية من السائل المنظف برش مادة تمتص الرطوبة.



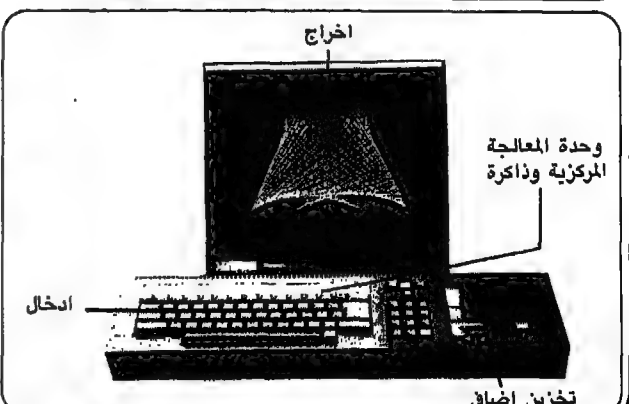
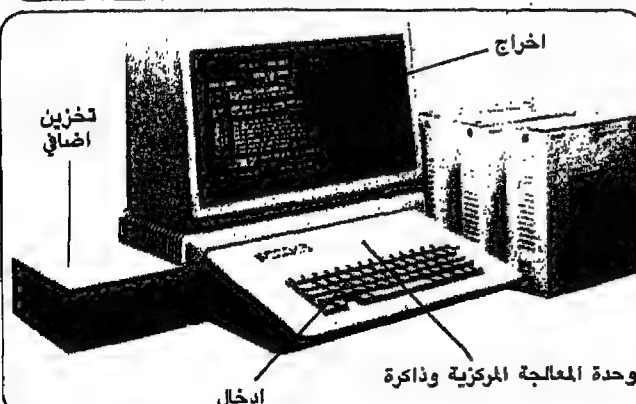
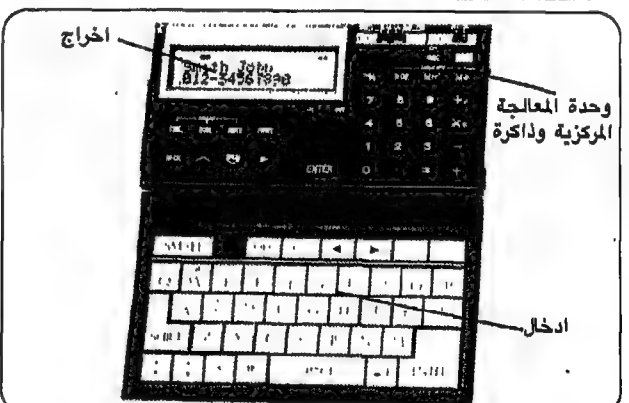
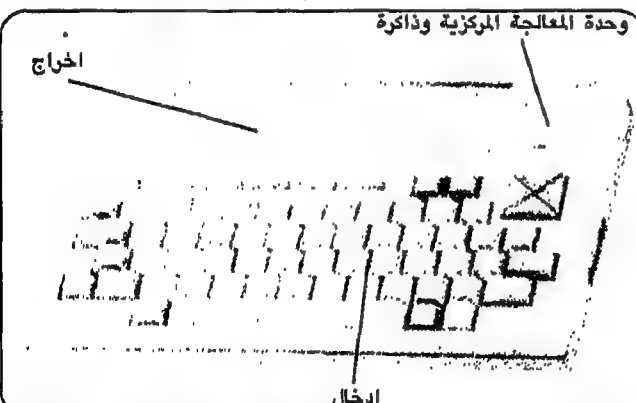
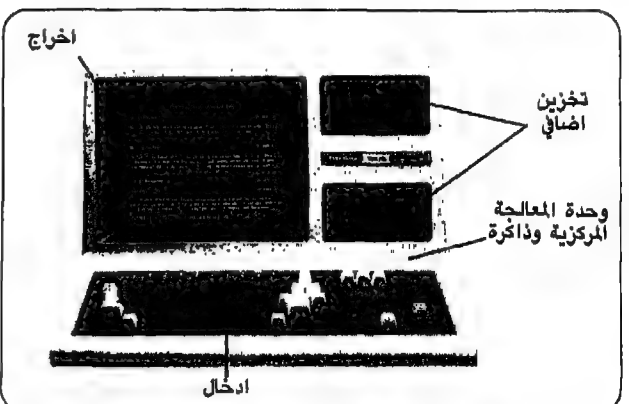
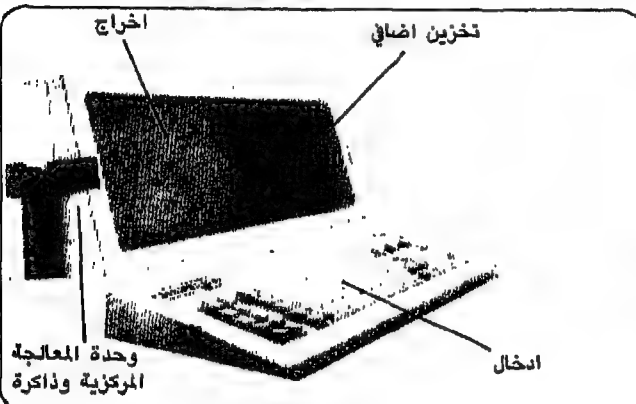
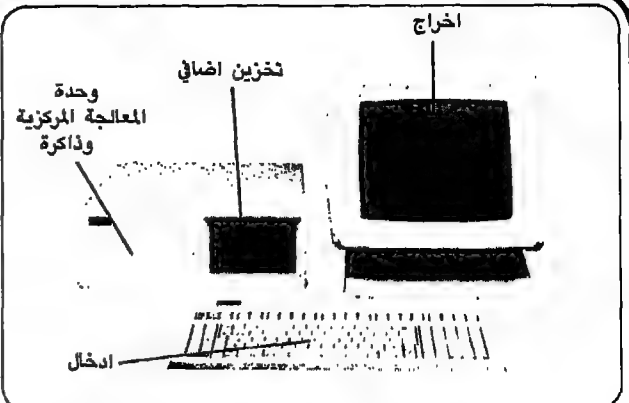
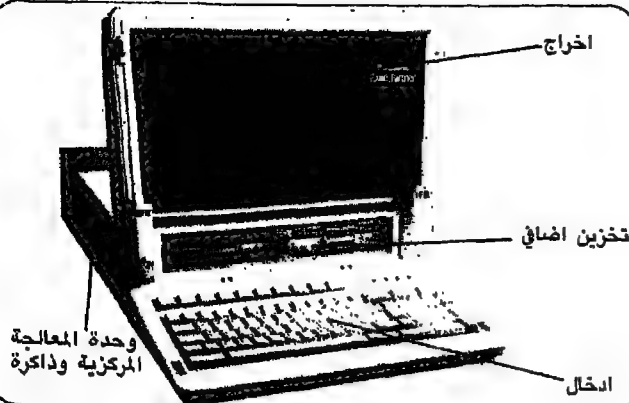
البرامج التطبيقية: هي مجموعة التعليمات التي تحدد للكمبيوتر كيف ينفذ عملا معيناً ومحدداً كان يصنف لنا أسماء المشتركين في النادي أو يطبع لنا عناوينهم على المظاريف الخ... ومعنى ذلك ان البرنامج التطبيقي ينبغي ان يكتب في الصورة التي تكفل تنفيذ هذا الاداء المعين واعتمادا على نظام التشغيل المختار. فالبرنامج التطبيقي في حاجة الى «خريطة» يتعرف بواسطتها الى أوجه السير والمرور والتنقل ضمن اطاره المادي أي ضمن المعدات.

المعدات الأساسية في الكمبيوتر

تتألف معدات الكمبيوتر من وحدة معالجة مركزية واجهزة طرفية :



تنوع مواقع المعدات الأساسية

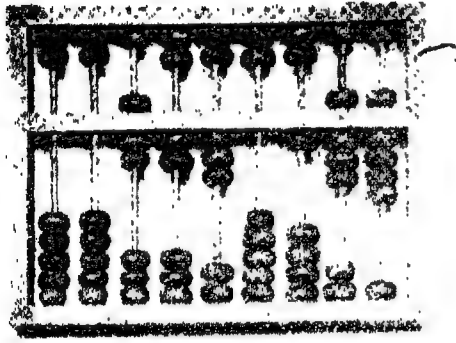


المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (١)

بين اكتشاف العدّ وظهور الكمبيوتر رحلة طويلة اجتازها الإنسان وعرف فيها وسائل عديدة ومُتنوعة للعدّ. هذه الوسائل تُراوحت بين أصابع اليدين (والقدمين لدى بعض الشعوب) والتشطيب على العظام وقضبان الخشب، والحصى، وعقد الحبال، والمعداد، انتهاءً بالآلة الحاسبة.

وكذلك الأمر فإنّ الانتقال من الآلة الحاسبة إلى الكمبيوتر لم يتمّ دفعة واحدة بل استغرق سنوات عديدة من الخيال والإبداع الفكري؛ خاصة أنّ الأجهزة الآليّة التي تُعتبر السلف للبائير للكمبيوتر كانت مزيجاً من اثنين، أجهزة ابتكرت بهدف تسهيل العمليات الحسابية وأخرى ابتكرت لأهداف صناعية ساهمت في توفير وسيلة لإدخال المعلومات إلى الآلات الحاسبة وضبط عمليات المعالجة الرقمية وغير الرقمية في آن.

وباستثناء أصابع اليدين فإنّ المعداد هو الوسيلة الوحيدة التي لا تزال مُعتمدة حتّى أيامنا هذه بين جميع الوسائل والأجهزة التي عرفها الإنسان في مسيرته الطويلة نحو الكمبيوتر.

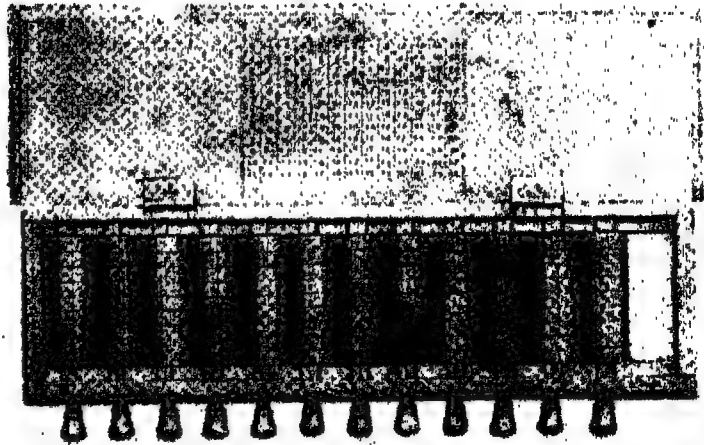


المعداد (Abacus) (حوالي ٣٠٠٠ ق.م.)

أقدم جهاز للعد له طابع آلي متحرك يعتقد أنه من أصل بابلي وإسمه مشتق من كلمة فينيقية هي «أباك» وتعني الرمل المنثور على سطح ما للكتابة عليه. استخدم على نطاق واسع في الماضي ولا يزال متداولاً حتّى اليوم في الشرق الأقصى. الحدقون في الحاسبة اليدوية.

عظام نابير (Napier's Bones) (١٦١٧)

مجموعة قضبان عظمية مقسمة إلى أجزاء رقمية يمكن ترتيبها بأسلوب معين فتتمكن من إيجاد حاصل الضرب، مثلاً، بجمع سلسلة رقمية تتنسق أفقياً بصورة تلقائية عند تحريك العظام باتجاه الأرقام المطلوبة. قد قام عالم آخر يدعى وليم أوغتريد (William Oughtred) بتطوير النظام إلى «المسطرة المنزلقة» التي كان المهندسون ولا يزالون يستعملونها. كما وأن ظهور حاسبة يسكال أنهى أي دور مستقبلي لها.



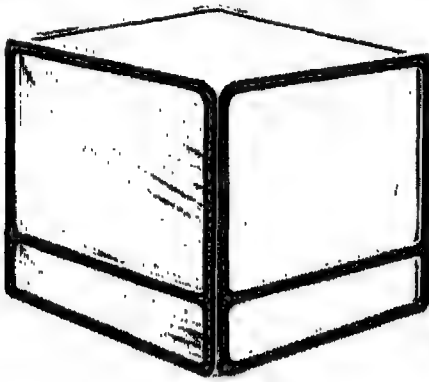


ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات

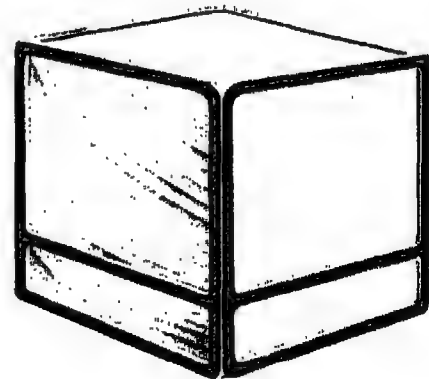
عرضنا في الفصل الأول لماهية الكمبيوتر ومما يتألف.
في هذا الفصل نستعرض كيفية عمله ابتداءً بالعلاقة بين المُعدّات والبرامج وانتهاءً بالبيانات
وطريقة إدخالها وحفظها.

كيف يعمل الكمبيوتر؟

الفصل الثاني



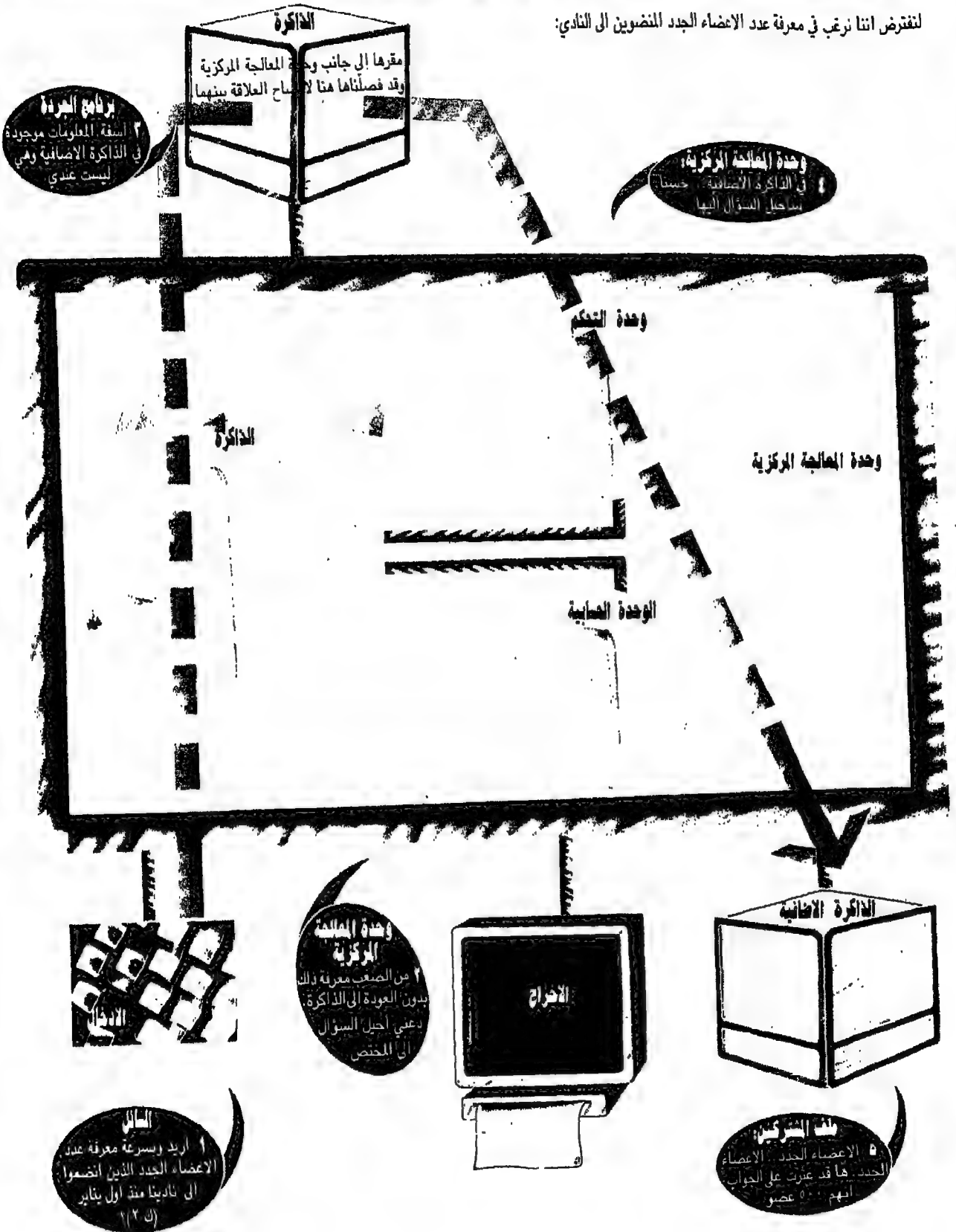
تناولت الحلقة الأولى شرح ما هو الكمبيوتر ومما يتألف والمعدات الأساسية الداخلة في تكوينه بقصد اعطاء فكرة عامة عن هذا الجهاز. وللتذكير نكرر بأن الكمبيوتر يقوم بعدد من العمليات الحسابية كالجمع والطرح والضرب والقسمة، كما ويقوم بعدد من العمليات المنطقية كالتعادل والمفاضلة (اصغر من/أكبر من). وانطلاقاً من هذه العمليات فإن الكمبيوتر قادر على معالجة ما نقدم له من بيانات. ولكنه يحتاج، للقيام بذلك، الى برامج. هذه البرامج تمكّنه في صورة خاصة من معالجة المتغيرات، وفرز البيانات والبحث عنها، ثم المقارنة بين البيانات او تكرار بعض الاجراءات، واخيراً وليس آخراً العمليات الحسابية.



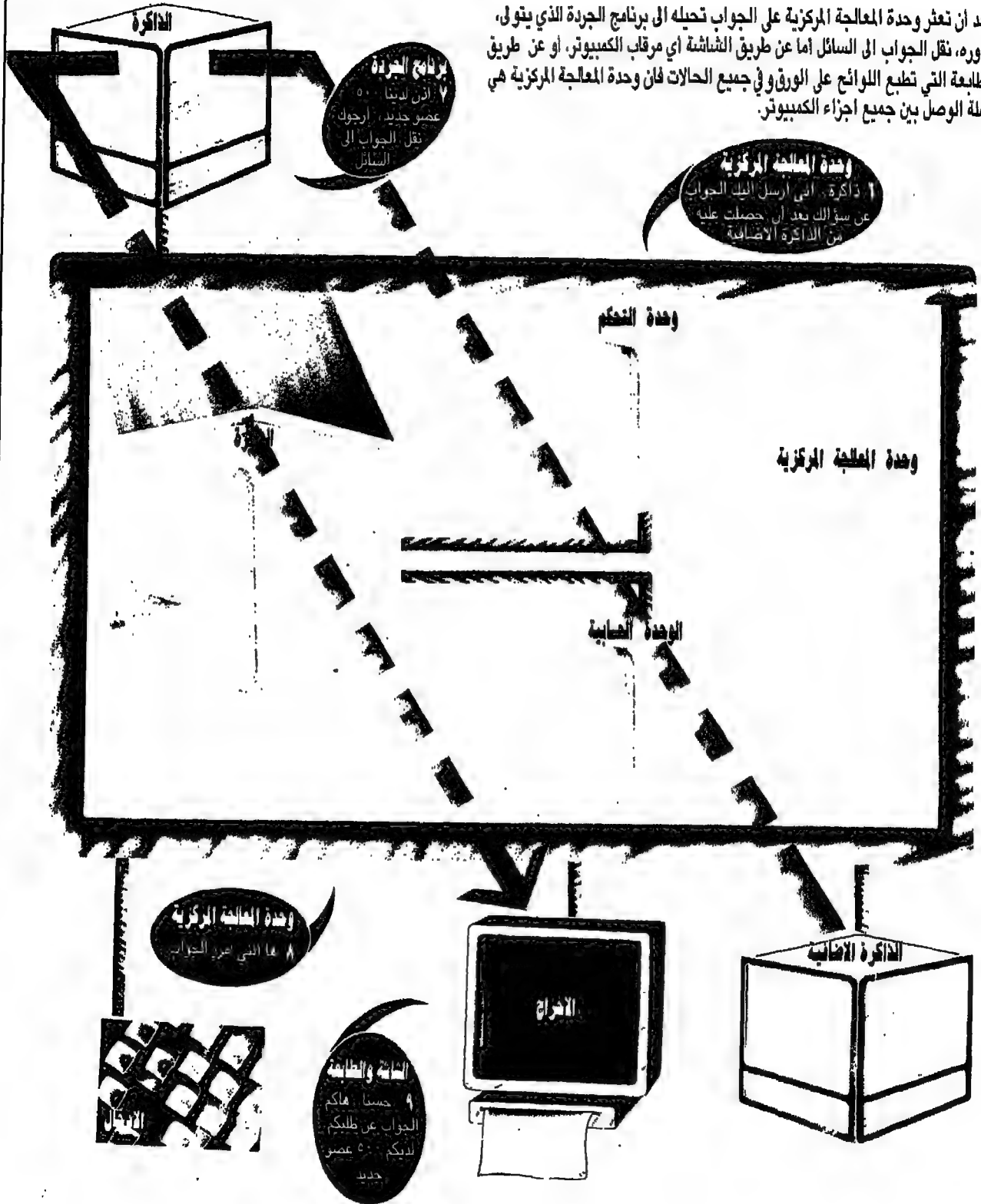
في الحلقة الثانية هذه نعرض لكيفية عمل الكمبيوتر وللعلّقة التفاعلية الأساسية بين المعدات والبرامج. كما نتعرف الى الخطوة الأولى في تشغيله وهي كيفية ادخال البيانات وطرق تخزينها. وتبعاً لنوعية العلاقة بين البرامج والمعدات فإن كل نظام كمبيوترى يكون محدداً بموجب البرنامج التطبيقي، للقيام بمهام معينة. ولنشرح ذلك بمثال نتصور فيه حواراً بين مختلف اقسام (اي مكونات) الكمبيوتر. يقوم السائل بتوجيه سؤاله الى وحدة المعالجة المركزية التي تبحث عن المعلومات فتجدها في الذاكرة الإضافية حيث يستقر ملف قائمة المشتركين.

العلاقة بين المعدات والبرامج

لنفترض أننا نرغب في معرفة عدد الأعضاء الجدد المنضمين الى النادي:

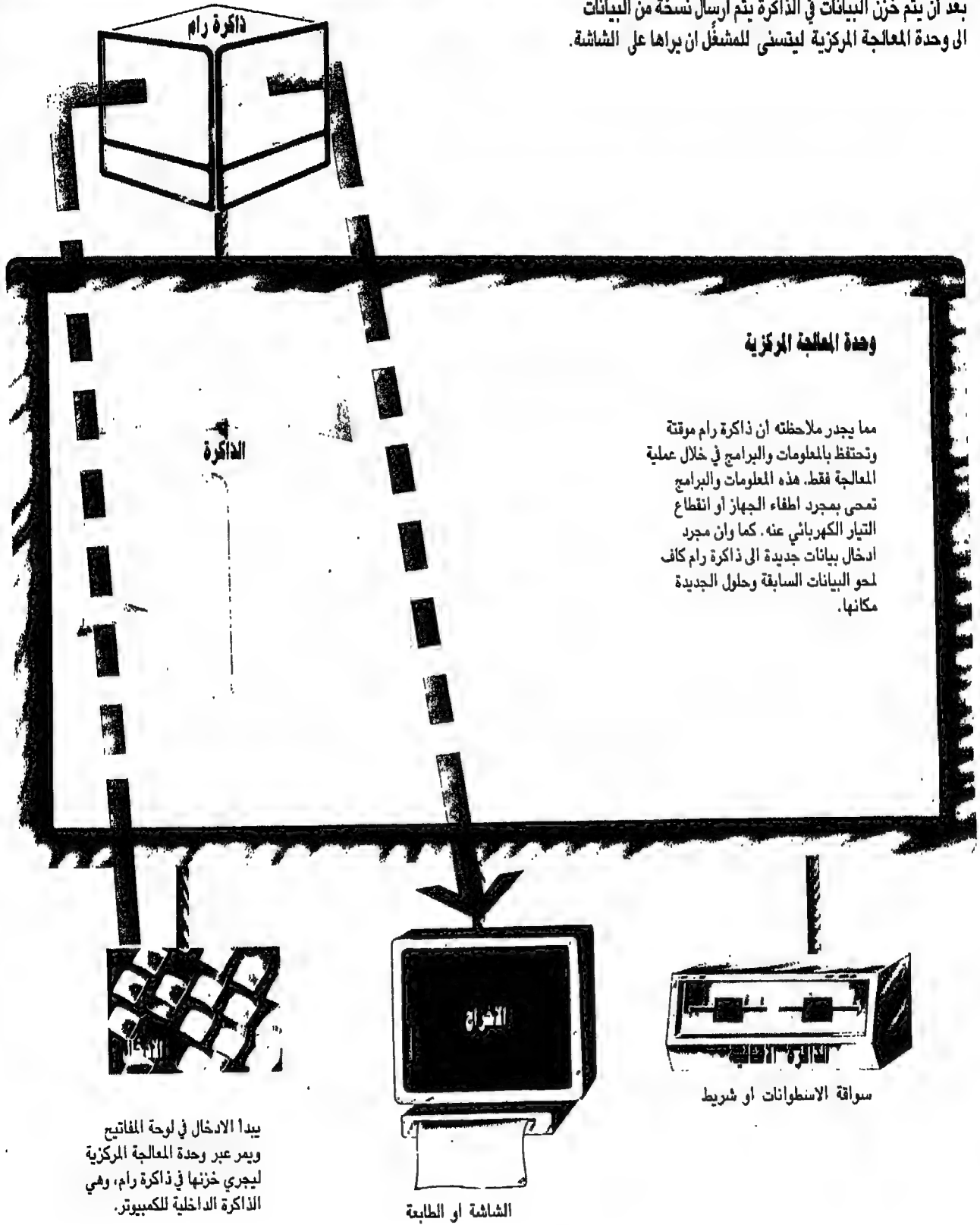


إننا نلاحظ أن برنامج الجردة (وهو بالطبع برنامج تطبيقي) يتولى توجيه المُعدّات الكمبيوترية، وهو يقوم بالاتّصال بجميع مُكوّنات الكمبيوتر بواسطة النظام التّشغيل. كما نلاحظ أن الوحدة التي تبدو محورية في دورة عمل الكمبيوتر هي وحدة المُعالجة المركزيّة التي تُوجّه جميع التّعليمات والبيانات إلى وجهاتها.



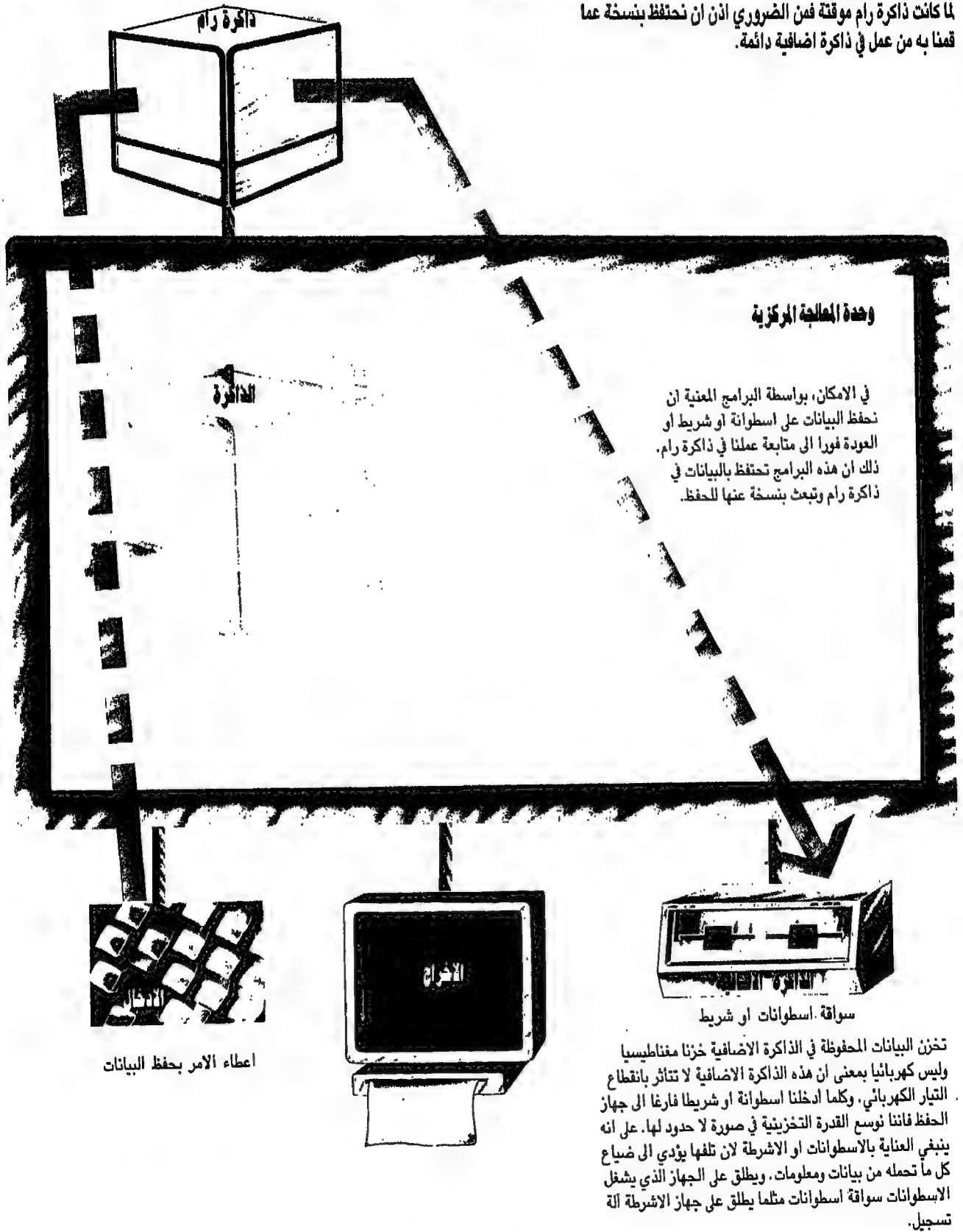
ادخال البيانات

بعد أن يتم تخزين البيانات في الذاكرة يتم إرسال نسخة من البيانات إلى وحدة المعالجة المركزية ليتسنى للمشغل أن يراها على الشاشة.



حفظ البيانات

لما كانت ذاكرة رام مؤقتة فمن الضروري اذن ان نحفظ بنسخة عما قمنا به من عمل في ذاكرة اضافية دائمة.



اعطاء الامر بحفظ البيانات

المراحل التاريخية لظهور الكمبيوتر (٢)

حاسبة بسكال (Pascal's Calculating Machine) (١٦٤٢)



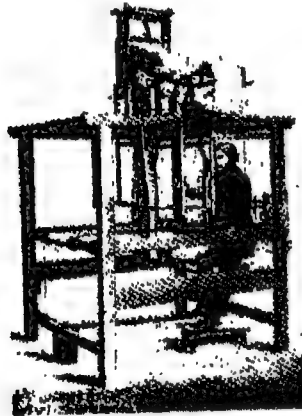
تعمل بمبدأ الدولاب واللسان. كل دولاب مرقم من صفر لغاية ٩ (كقرص الهاتف). تدور الأرقام المطلوبة على الدولاب. وكل دولاب له قيمة عددية أي خانة. فهناك خانة للأحاد وأخرى للعشرات فالمئات فبالآلاف الخ... حينما يدور قرص الأحاد ويتجاوز الرقم ٩ يدور دولاب العشرات سنا واحدة، بصورة تلقائية وهكذا دواليك ويتم الجمع بواسطة سلسلة عمليات يدوية تكرارية مضمنة ومعقدة حينما يتعدى الأمر الجمع.

حاسبة لايبنتز (Leibnitz Calculating Machine) (١٦٧٣)

امتازت على حاسبة بسكال بكونها كانت تقوم بعمليات الجمع والضرب والقسمة بسهولة وسرعة. تألفت من ثلاثة أجزاء كل واحد منها يختص بنوع من العمليات الحسابية. كما كانت تحوي، للمرة الأولى، قسما متحركا شبيها بأسطوانة الآلات الحاسبة والكتابة. كما زودت برافعة يدوية لجعل العمليات الحسابية المتكررة آلية تلقائية.



نول جاكارد (Jacquard Loom) (١٨٠٤)



تمثل هذه الآلة بداية الأثر الكبير الذي خلفته الآلات غير الحسابية على ظهور الكمبيوتر. وآلة جاكارد نول يعمل أوتوماتيكيا ويتعامل خلال عمليات الحياكة مع رسومات بالغة التعقيد بمجرد إبدال شرائط مثقبة. تتحكم بكل قذفة من قذفات المكوك الحائك. وكان يكفي تبديل الشرائط لتغيير أنماط الحياكة. ومن هذه الآلة أخذت فكرة البطاقات المثقبة التي استعملت في أوائل عهد الكمبيوتر.

آلة التفاضل (باباج) (Babbage's Difference Machine) (١٨٢٢)

صممت لتقوم بعمليات الحساب والطباعة نقلا عن جداول رياضية معقدة. تعثر انتاجها ولم تتعد مراحلها الأولى. وكانت كل محاولة لصنعها تجر إلى سلسلة تعديلات وإعادة تصميم. وبعد عقد كامل من المحاولات توقف الدعم الحكومي المكلف وصرف النظر عن المشروع. تقني طباعي سويدي يدعى بيهر شونز (Pehr Georg Scheutz) أطلع على التصميم واستطاع صنع جهاز معدل ناجح يتوجبه من باباج تم عرضه كأول آلة حاسبة مطبوعة في لندن عام ١٨٥٤.





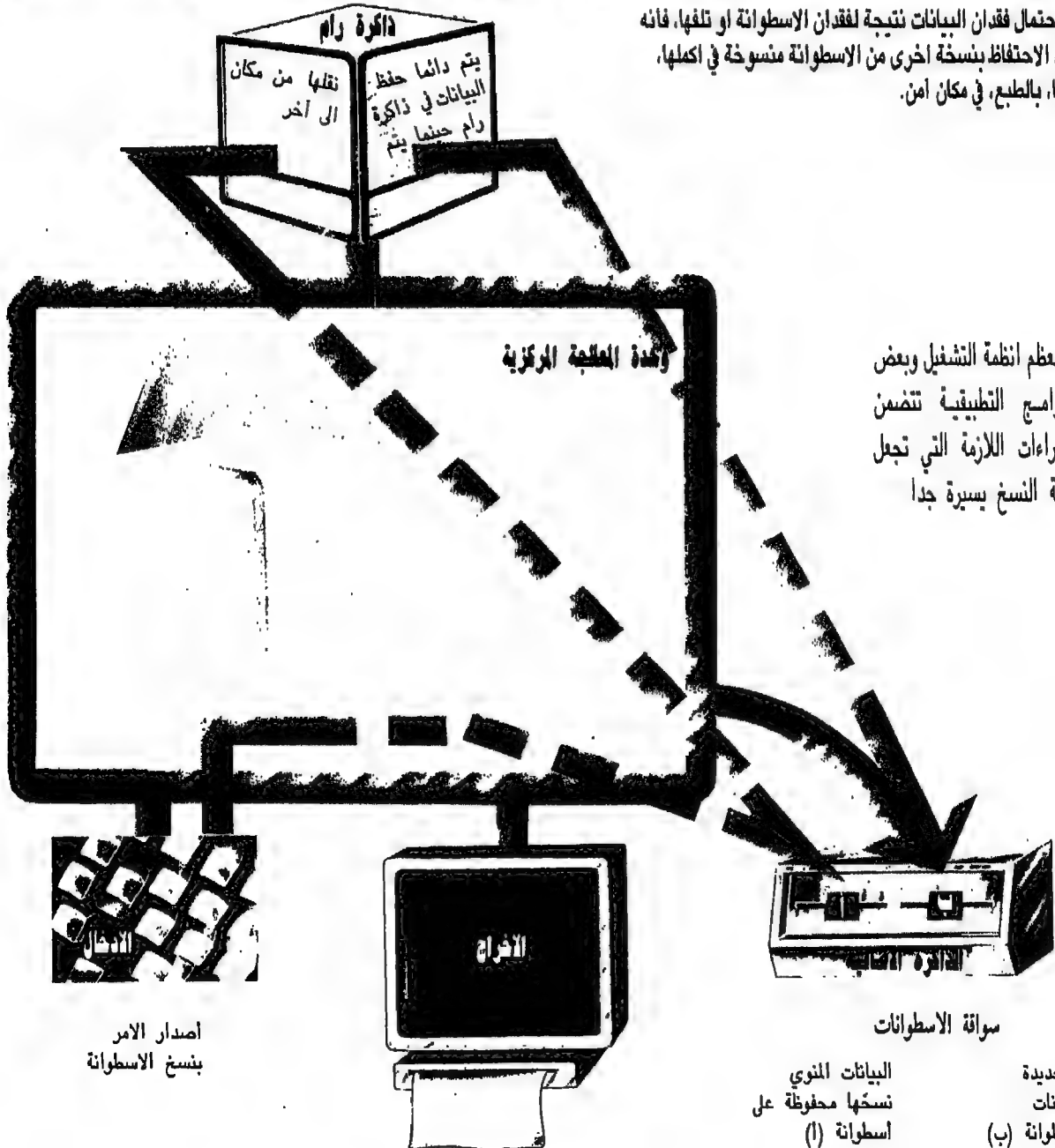
ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطرقيات

بعد أن عرّفنا بالكمبيوتر ومكوناته وتناولنا عمله ابتداءً من إدخال البيانات وحفظها، نعرض في هذا الفصل كيفية النسخ والنقل.

نسخ البيانات من اسطوانة الى اسطوانة اخرى

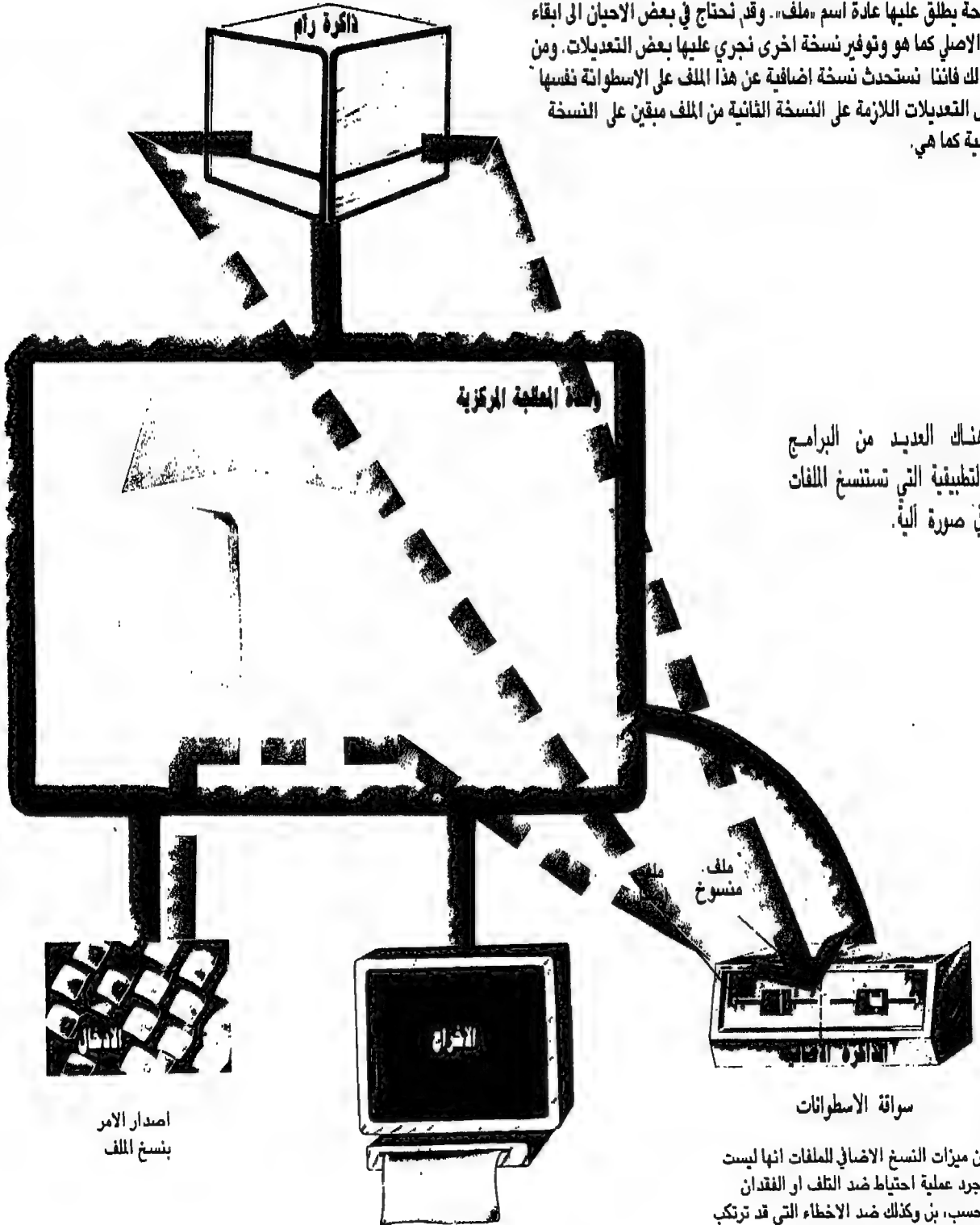
الفصل الثالث

لما كان هناك احتمال فقدان البيانات نتيجة لفقدان الاسطوانة او تلفها، فانه من الضروري الاحتفاظ بنسخة اخرى من الاسطوانة منسوخة في اكملها، والاحتفاظ بها، بالطبع، في مكان امن.



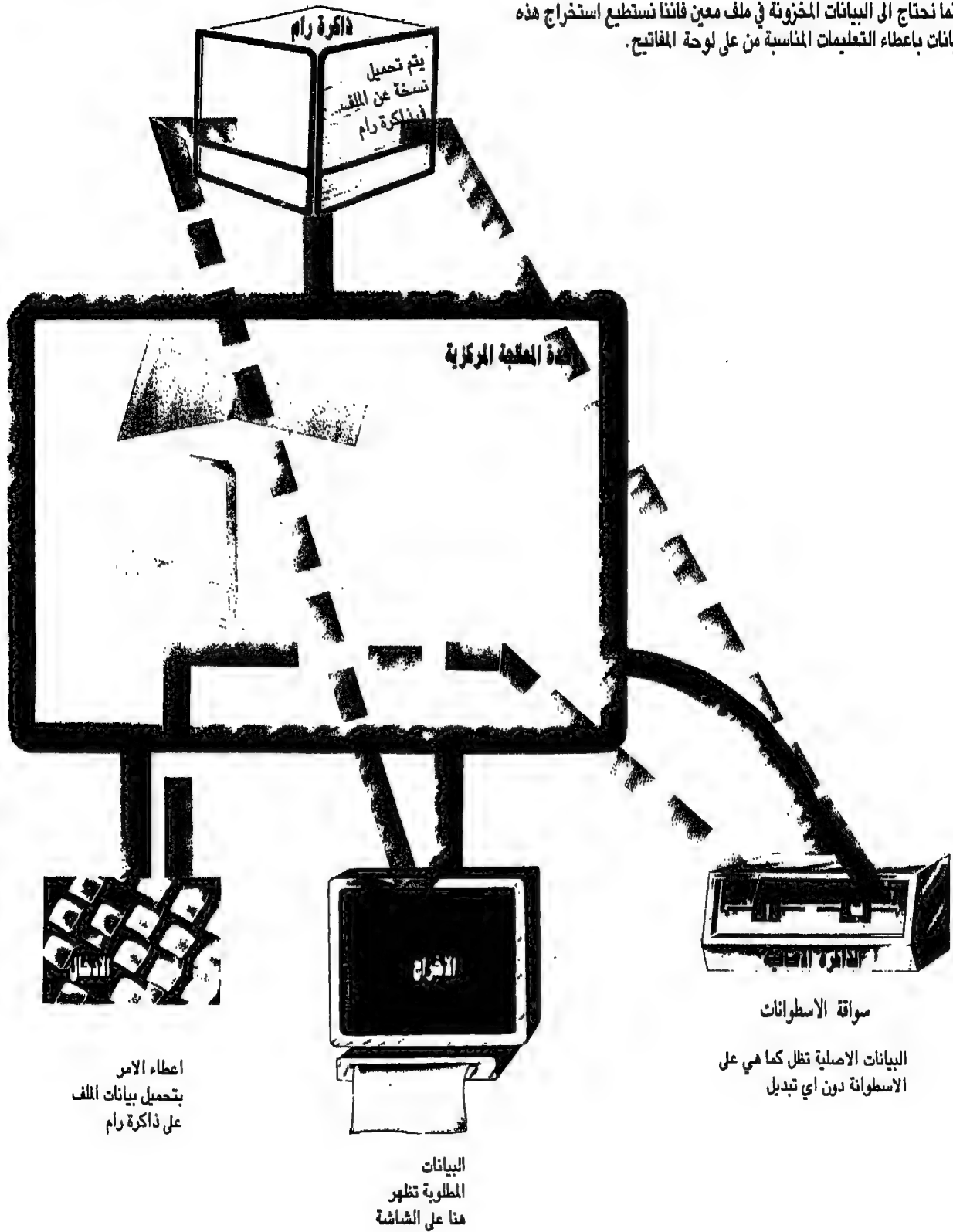
نسخ البيانات نسخ ملف بأكمله

في هذه المرحلة ينبغي ان نعلم ان البيانات المحفوظة على اسطوانة تكون مخزونة في فسحة يطلق عليها عادة اسم «ملف». وقد نحتاج في بعض الاحيان الى ابقاء ملفنا الاصيل كما هو وتوفر نسخة اخرى نحري عليها بعض التعديلات. ومن اجل ذلك فاننا نستحدث نسخة اضافية عن هذا الملف على الاسطوانة نفسها فندخل التعديلات اللازمة على النسخة الثانية من الملف مبقيين على النسخة الاصلية كما هي.



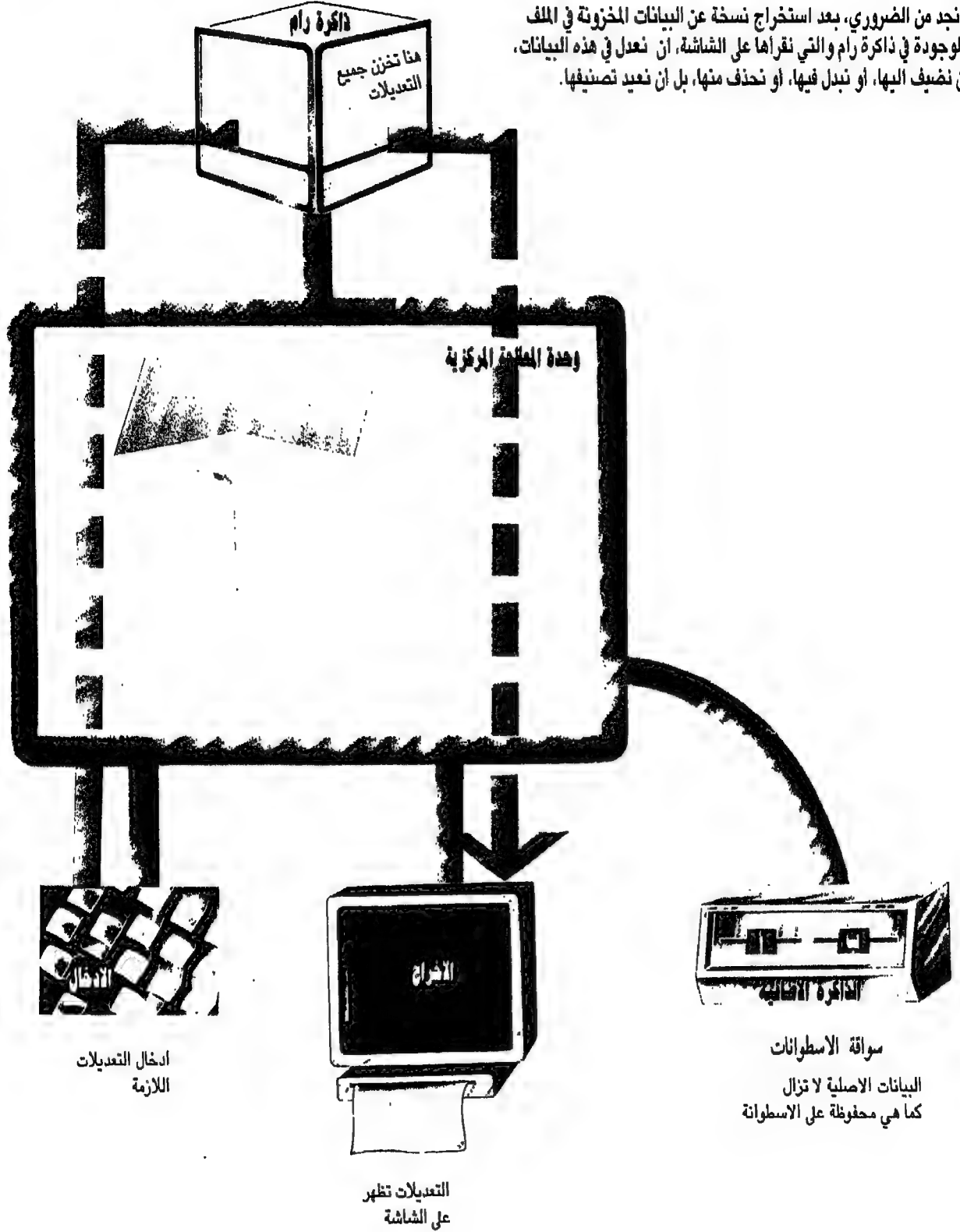
استخراج البيانات المخزونة على الاسطوانة

حينما نحتاج الى البيانات المخزونة في ملف معين فاننا نستطيع استخراج هذه البيانات باعطاء التعليمات المناسبة من على لوحة المفاتيح.



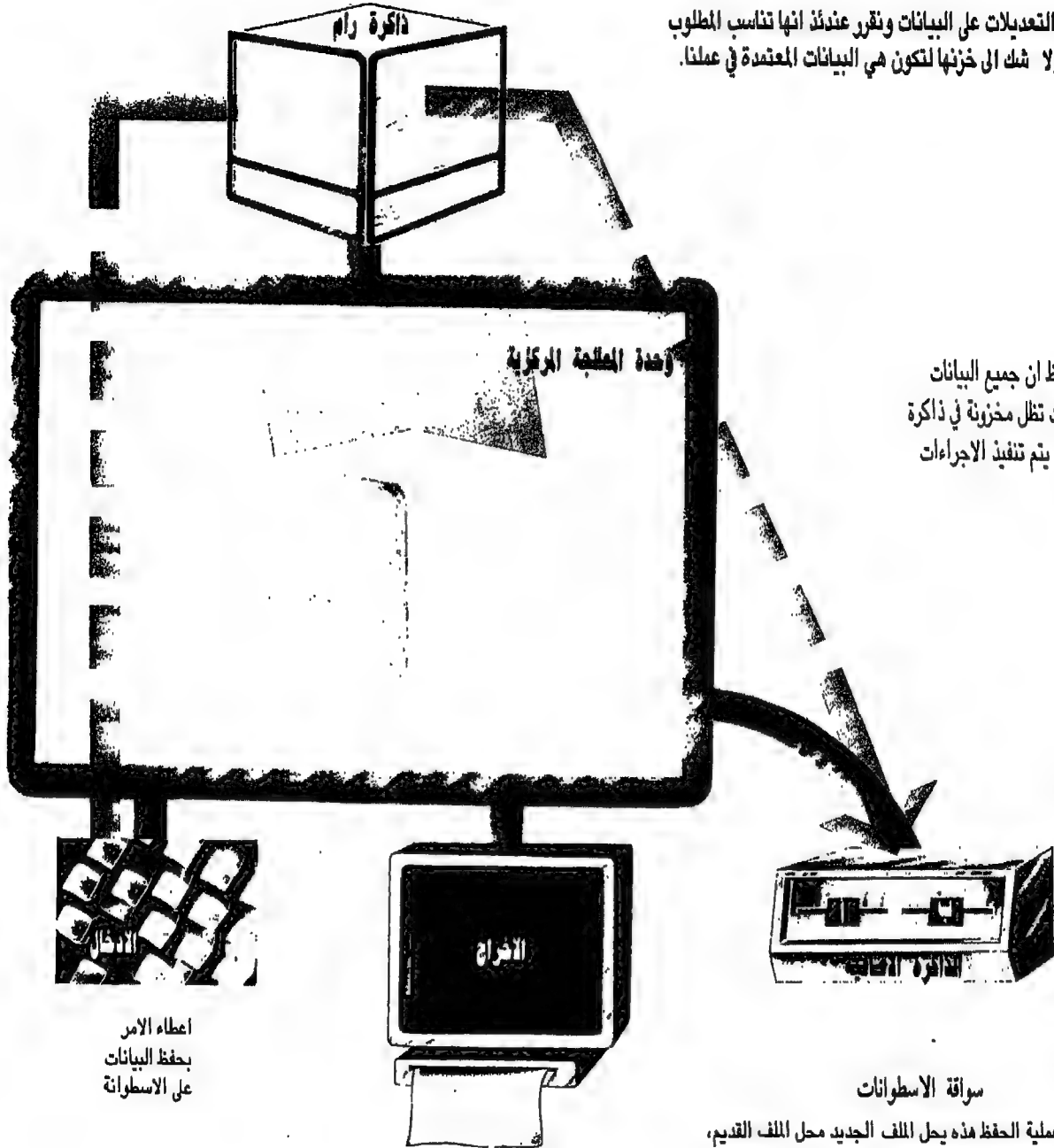
تعديل البيانات المستخرجة

قد نجد من الضروري، بعد استخراج نسخة عن البيانات المخزنة في الملف والموجودة في ذاكرة رام والتي نقرأها على الشاشة، أن نعدل في هذه البيانات، كأن نضيف إليها، أو نبدل فيها، أو نحذف منها، بل إن نعيد تصنيفها.



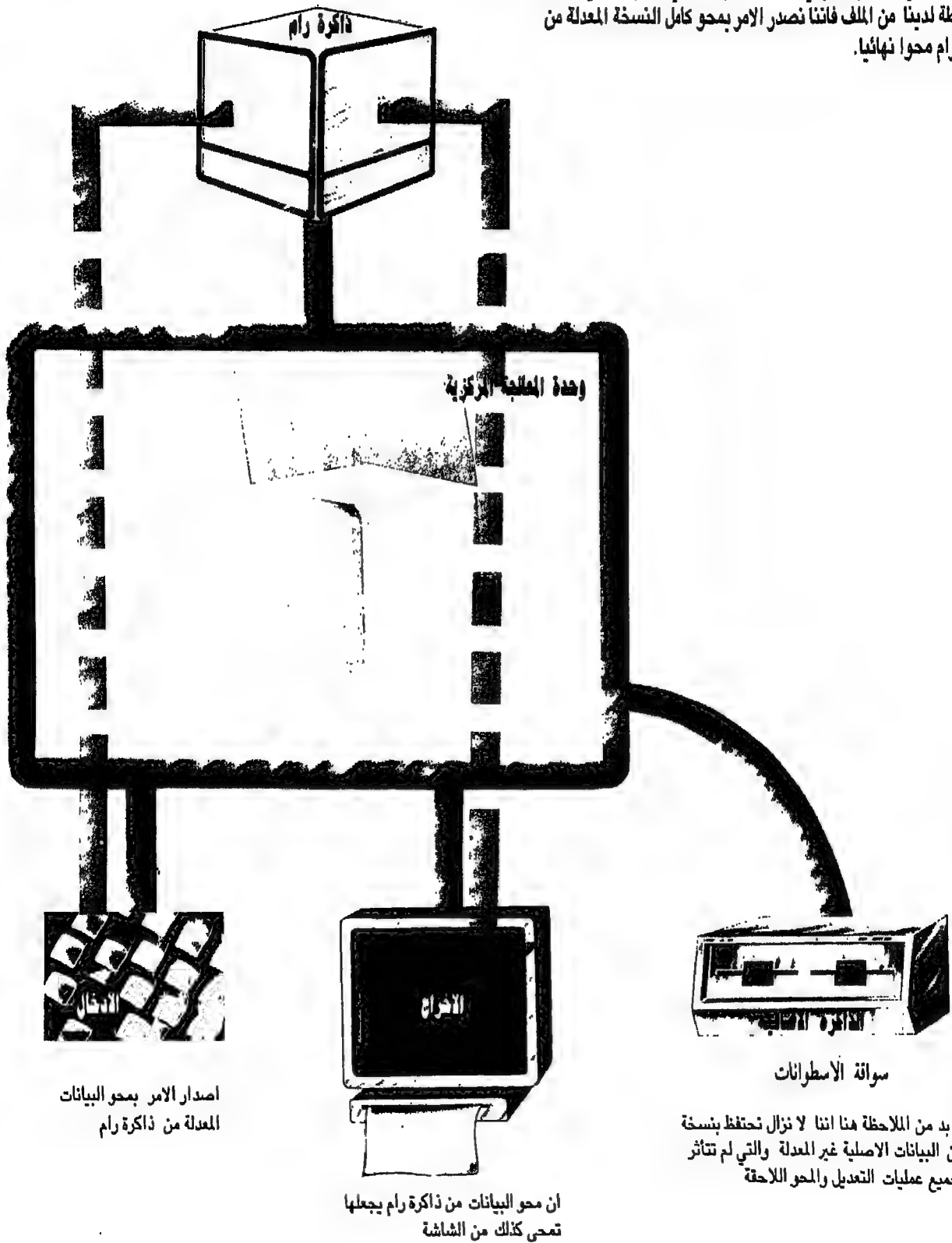
حفظ البيانات المعدلة

بعد ان نجري التعديلات على البيانات ونقرر عندئذ انها تناسب المطلوب
سوف نحتاج ولا شك الى خزنها لتكون هي البيانات المعتمدة في عملنا.



تعديل البيانات دون حفظها

خلافًا للأمر وفي حال لم نرغب في حفظ التعديلات التي أجريناها على النسخة المحفوظة لدينا من الملف فإتينا نصدر الأمر بمحو كامل النسخة المعدلة من ذاكرة رام محو نهائيًا.



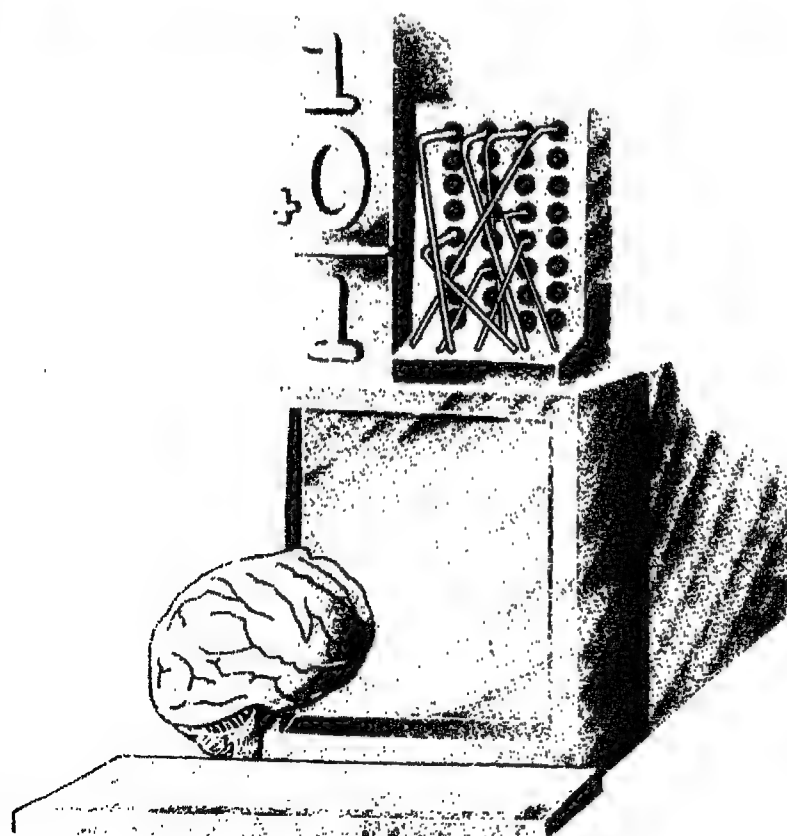


ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطرقيات

في الفصول الثلاثة الماضية عرضنا ما هو الكمبيوتر ومما يتألف وكيفية عمله وطريقة إدخال البيانات وحفظها وتعديلها. وقد أصبحنا جاهزين الآن للانتقال إلى محطة أخرى في فهمنا للكمبيوتر وهي لغات الكمبيوتر ابتداءً بالنظام الرقمي الثنائي والرموز الموضوعة للأحرف والأرقام وطريقة تحويلها تمهيداً لفهم لغات البرمجة. لكن قبل الانتقال إلى هذه المحطة الجديدة، فإننا سوف نعرض في فصلين جديدين نظرة أكثر عمقاً لمكونات الكمبيوتر وطريقة عمله. ورغم أننا نعتبر هذين الفصلين ضروريين وأن فهمهما ميسر بعد الفصول التمهيديّة الأولى فإنّ التعمق فيها هو خيار حرّ وفي إمكان من شاء تجاوزهما بانتظار بلوغنا مرحلة اللغات التي يستعملها الكمبيوتر.

مكونات الكمبيوتر

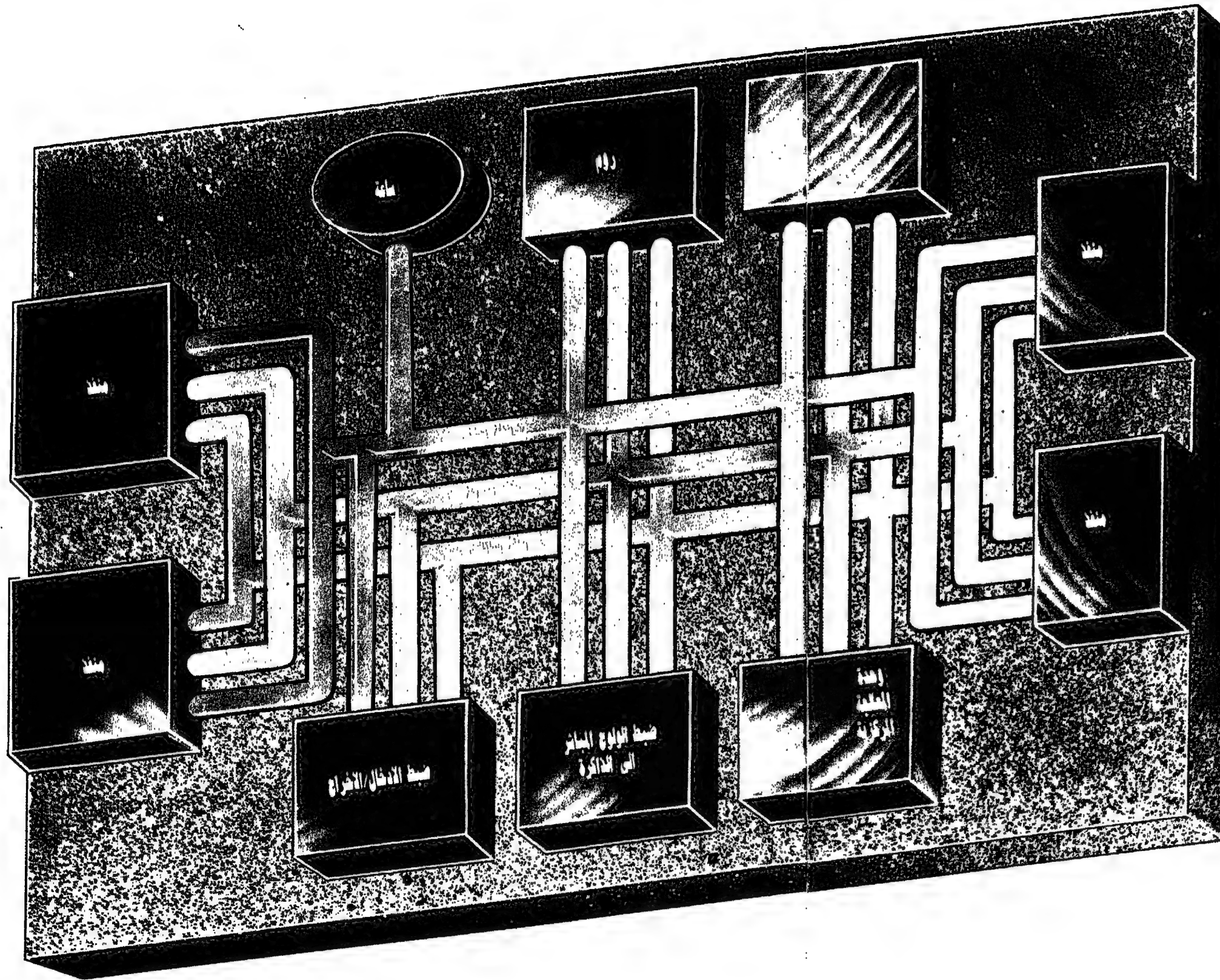
الفصل الرابع



هناك جملة عناصر تدخل في تصميم جميع الكمبيوترات صغيرة كانت أم كبيرة، ومن دونها لا يستطيع الكمبيوتر أن يعمل أي لا يمكنه القيام بأعماله الأساسية. ومع أن هذه المكونات تختلف في الحجم بين جهاز وآخر فإن لكل منها وظيفة واحدة لا تتبدل بين جهاز وآخر.

العنصر الرئيسي في كل كمبيوتر هو وحدة المعالجة المركزية (Central Processing Unit - CPU) التي هي بمثابة نواة الكمبيوتر بل دماغه والتي تتولى تنفيذ التعليمات وتوجيه حركة البيانات (Data) في خلال عملية المعالجة (Processing). تتولى هذه الوحدة تنسيق حركة المعلومات والقيام بالعمليات الحسابية والمنطقية الفعلية. وهي مصممة بحيث تستطيع أن تتعرف إلى مجموعة التعليمات المعينة التي تتردّها على شكل شيفرة الكترونية وتبلغها بما ينبغي عليها أن تقوم به من مهام محددة.

وتعتمد وحدة المعالجة المركزية على المعلومات والتعليمات المخزونة في نوعين من الذاكرة الكمبيوترية، وهما ذاكرة «روم» (Read - Only Memory - ROM) وذاكرة «رام» (Random Access Memory - RAM). الأولى تظل فيها محتوياتها في صورة



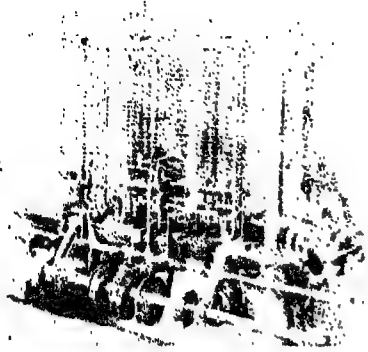
دائمة وبدون تبدل حتى عندما يتم توقيف الجهاز أي اطفأؤه. والثانية تتضمن معلومات يمكن تبديلها بحسب الطلب وتمحى من الذاكرة بمجرد اطفاء الجهاز. إضافة الى ذلك يتضمن الكمبيوتر ساعة (Clock). هذه الساعة مهمتها توقيت العمليات الداخلية بواسطة نبضات تصدرها. كما يتضمن الكمبيوتر سككا (Buses)، وهي الدارات الالكترونية (Circuits) التي تربط مكونات الكمبيوتر بعضها ببعض الآخر مما يجعلها أشبه بسكة تنقل بواسطتها التعليمات والبيانات من مكان الى آخر داخل الكمبيوتر. كذلك يتضمن الكمبيوتر منافذ (Ports) للإدخال (Input) والإخراج (Output) والتي يتم عبرها دخول وخروج البيانات من وإلى الكمبيوتر.

على أن بعض الكمبيوترات تتضمن إضافة الى ذلك اداة تحكم (Control). الأولى تحكم وحدة الإدخال والإخراج (I/O Controller) وغالباً ما توجد في الكمبيوترات التي يستعملها أكثر من شخص في الوقت ذاته ومهمتها تخفيف الضغط عن وحدة المعالجة المركزية بأن تتولى العمليات الروتينية في مجال الإدخال والإخراج. والثانية وحدة تحكم الولوج المباشر للذاكرة (Direct Memory Access - DMA) ومهمتها أن تتجاوز عند اللزوم وحدة المعالجة المركزية وتأمين اتصالات مباشرة بين ذاكرة «رام» والأجهزة الطرفية. وهكذا فحينما ترد إلى الكمبيوتر معلومات خارجية عبر منافذ الإدخال والإخراج فإنها تعبر السكك نحو وحدة المعالجة المركزية التي تختزن البيانات في ذاكرة «رام».

وقد تستخرج وحدة المعالجة المركزية هذه البيانات في وقت لاحق من أجل المعالجة وذلك استناداً إلى التعليمات المحددة المخزونة في الذاكرة، كما ويمكن الاحتفاظ بنتائج المعالجة في الذاكرة أو إرسالها بواسطة منفذ الإخراج إلى جهاز طرفي كذاكرة إضافية ليحفظ خزنها، أو إلى الطابعة لطباعة النتائج، أو إلى جهاز آلي كالراديو لتتملى عليه القيام بعمل معين، أي أن يعمل في ساعة معينة.

المراحل التاريخية لتطور الحاسوب (٣)

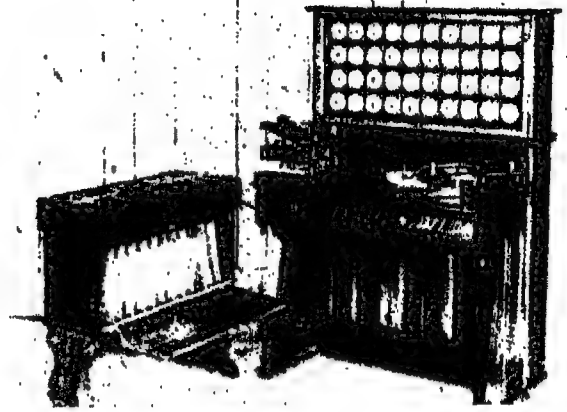
الإلة التحليلية (باباج) (Babbage's Analytical Machine) (١٨٣٤).



لم يثن فشل باباج في صنع آلة التفاضلية عن تصميم آلة أخرى أكثر تعقيدا. كان الهدف من التصميم الجديد عدم الاختصار على نوع واحد من العمليات الحسابية بل تعدها الى تمكين الآلة من القيام بمهام عدة استنادا الى تعليمات المشغل. وبذلك حملت هذه الآلة بذور الكمبيوتر المبرمج المتعدد المهام. لكن امكانات ذلك العصر جعلت من المستحيل صنع الآلة. ويكفي ان حجمها كان سيصل الى حجم قطار.

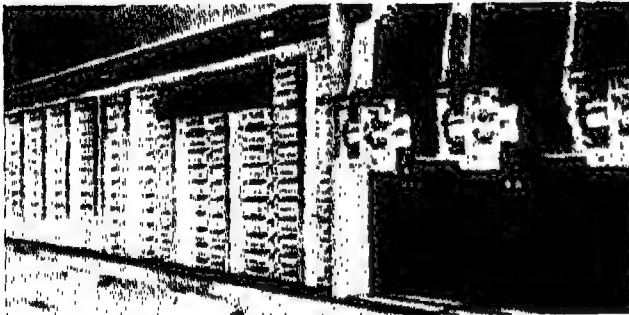
مبّوّب هولاريث (Hollerith Tabulator) (١٨٩٠)

آلة حسابية تعمل بالبطاقات المثقوبة صممت ونفذت بنجاح واستخدمت في احصاء سكان الولايات المتحدة عام ١٨٩٠. كان قوام الآلة ابر معدنية تتبع الثقوب وتتم فيها لتغلق دائرة كهربائية متصلة بسلسلة ساعات مرقمة تفيد كل منها الى الرقم الذي سلكت الابرة عبره.



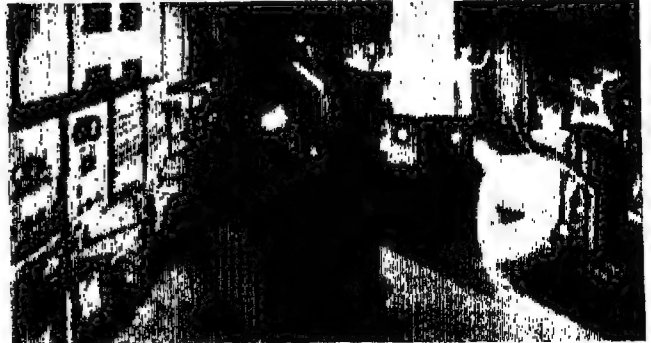
حاسبة هارفارد «بارك ١» (Harvard Mark 1) (١٩٤٣)

صنعها هوارد آيكن، (Howard Aiken)، من جامعة هارفارد، بالاشتراك مع شركة «آي. بي. إم» وهي تعمل بمبدأ البطاقات المثقوبة وتستطيع طباعة النتائج بواسطة آلة كاتبة حرارية. وكانت تقوم بالعمليات الحسابية الاربع من جمع وطرح وضرب وقسمة وكذلك تحليل الجداول الحسابية بسرعة ١٠ عمليات جمع في الثانية. ورغم انها كانت آلة ميكانيكية حرارية فقد شكلت محطة رئيسية في تقريـب موعد ظهور الكمبيوتر الالكتروني. وقد بلغ طولها حوالي ١٥ مترا وارتفاعها ٢,٤ امتار.



كمبيوتر انياك (ENIAC) (١٩٤٦)

اول كمبيوتر الكتروني. صنعه برسير ايكيرت (Presper Eckert) وجون موكل (John Mauchly) من جامعة بنسلفانيا. وكان جهازا متعدد الاغراض قادرا على انجاز ٥٠٠٠ عملية جمع في الثانية الواحدة وهي سرعة تعادل الف ضعف سرعة الآلات الحاسبة الميكانيكية الحرارية المتوافرة في السوق آنذاك. وكان قوام الآلة ١٨٠,٠٠٠ انبوب مفرغ متصلة بنصف مليون وصلة لحام وبلغت زنتها ٣٠ طنا واحتلت مساحة ٧ x ١٥ مترا مربعا.



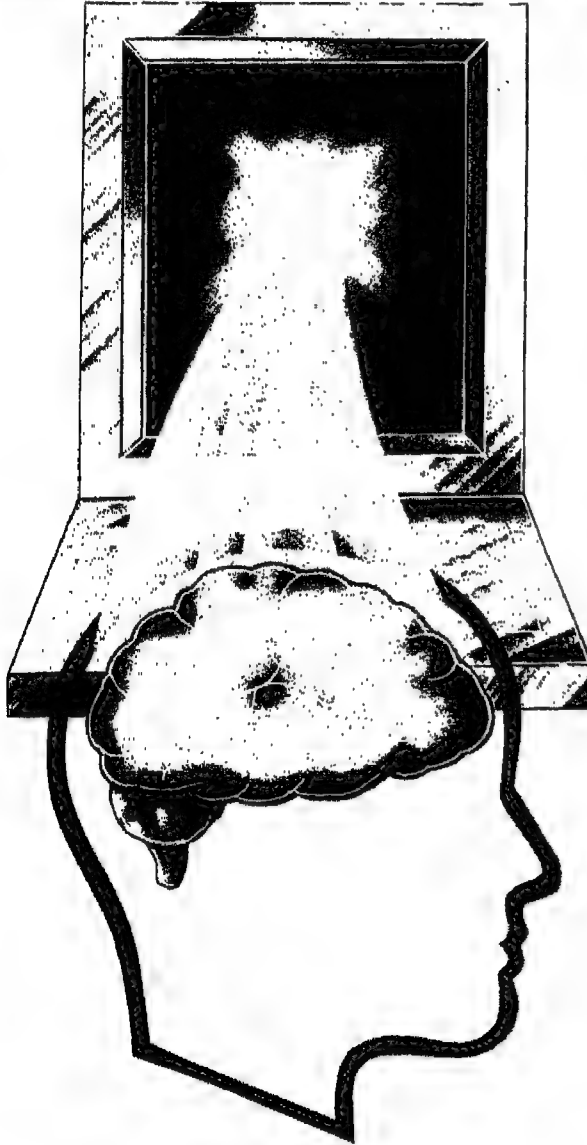


ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات

في عرض تذكيري للفصول الثلاثة الأولى الأساسية والتي تناولت ماهية الكمبيوتر ومكوناته وكيفية عمله، تناولنا في الفصل السابق مراجعة مُعمّقة لمكونات الكمبيوتر، ونتابع في هذا الفصل المراجعة بعرض دور البرامج في إدارة الكمبيوتر وتجميع مختلف مكوناته في نظام واحد مُبَيّن علاقة هذه المكونات ببعضها بعض.

كيف تتولى البرامج زمام الأمور؟

الفصل الخامس



يشبه البعض العلاقة بين البرامج والمعدات في الكمبيوتر بأنها أشبه بالعلاقة بين الروح والجسد. فالمعدات لا تستطيع أن تؤدي مهامها ما لم يتوافر للكمبيوتر برنامج يتولى الزمام ويملي عليها ما ينبغي أن تفعله.

وهي أي البرامج، تستطيع أن تقوم بذلك كونها مجموعة تعليمات وبيانات يتبعها الكمبيوتر لتنفيذ مهامه. وسواء أكان الكمبيوتر منزلياً شخصياً أم كبيراً في وكالة فضائية فدور البرامج فيه واحد لا يتبدل مع الفارق واحد هو أن البرامج في الكمبيوتر المنزلي قد تصل إلى مئات الأسطر وقد لا تتعدى بضعة أسطر. في حين أنها في وكالة الفضاء ومن أجل تنظيم رحلة مكوكية قد تصل إلى ما لا يقل عن نصف مليون تعليمة مستقلة تتراوح مهمتها بين مراقبة وتنظيم عمليات المكوك ابتداءً باطلاقه والتحكم بطيرانه وانتهاءً بأنظمة الحياة فيه. والواقع أن كتابة مثل هذه البرامج المعقدة يمكن اعتبارها من عجائب العالم المعاصر بل هي انجاز يوازي بناء الأهرامات رغم أن مكونات العمارة في البرامج هي خطوات منطقية وليست لبنات حجرية.

وينقسم أداء الكمبيوتر إلى ثلاث مراحل: الإدخال (Input) والمعالجة (Processing) والإخراج (Output). بمعنى أننا ندخل إلى الكمبيوتر بيانات (Data) معينة، حيث تتم معالجتها في طريقة معينة لننتقل إلى نتائج معينة.

فأجهزة الإدخال كلوحات المفاتيح مثلاً، تتيح تقديم المعلومات والبرامج للكمبيوتر. وتحفظ ذاكرة الكمبيوتر الموقّعة «رام» بالمعلومات والبرامج في خلال عملية المعالجة، في حين أن أجهزة الإخراج تعرض النتائج. وفي بعض الحالات توجد أجهزة تخزين خارجية كالأسطوانة والشرطة تسمح لنا بأن نحفظ بالمعلومات مخزنة لفترات طويلة في صورة الكترونية وعلى هيئة ملفات. وتمتاز هذه الأجهزة بأنها تجمع بين مهام أجهزة الإدخال والإخراج معاً، ذلك أن الكمبيوتر يستطيع أن ينسخ المعلومات المحفوظة على الأسطوانة وينقلها إلى الذاكرة الموقّعة لاتمام عملية المعالجة ومن ثم ينقل، من جديد، نتائج المعالجة على الأسطوانة أو الشريط لإعادة حفظها.

وتتألف البرامج عادة من مجموعة متتالية من هذه الشيفرات. وحينما نتولى تفسير البرنامج نقوم وحدة المعالجة المركزية بتنفيذ هذه التعليمات الواحدة تلو الأخرى في سرعة فائقة.

بعض البرامج الأساسية يخزن ضمناً في صورة دائمة في ذاكرة «روم» التي لا يمكن محوها أو الكتابة عليها. وحينما ندير الكمبيوتر تقوم

السمية الكمبيوترية : دورة عمل كاملة

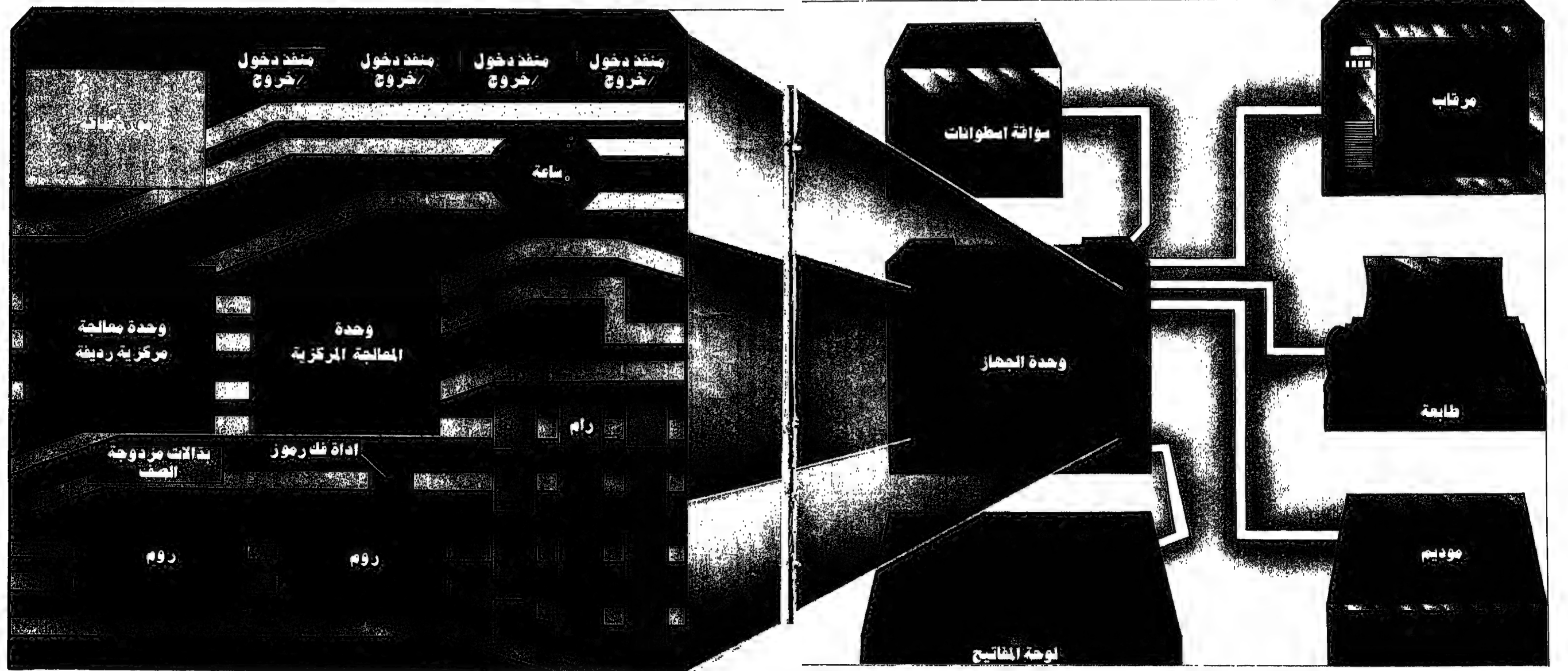
الرسم التخطيطي المرفق مع هذا النص يعطي فكرة واضحة عن دوائر الكمبيوتر الشخصي ومكوناته وعملياته. وأيا كان نوع الآلة وطرازها واسم الشركة المصنعة لها فهي واحدة من حيث التصميم والتكوين. والعمليات التي تجري فيها تتم وفق ما هو مبين في هذا الرسم. فهناك لوحة المفاتيح لادخال البيانات أو التعليمات، والمراقب الفيديوي (الشاشة) والطابعة وهما الوسيطان النموذجيتان للاستحصال على

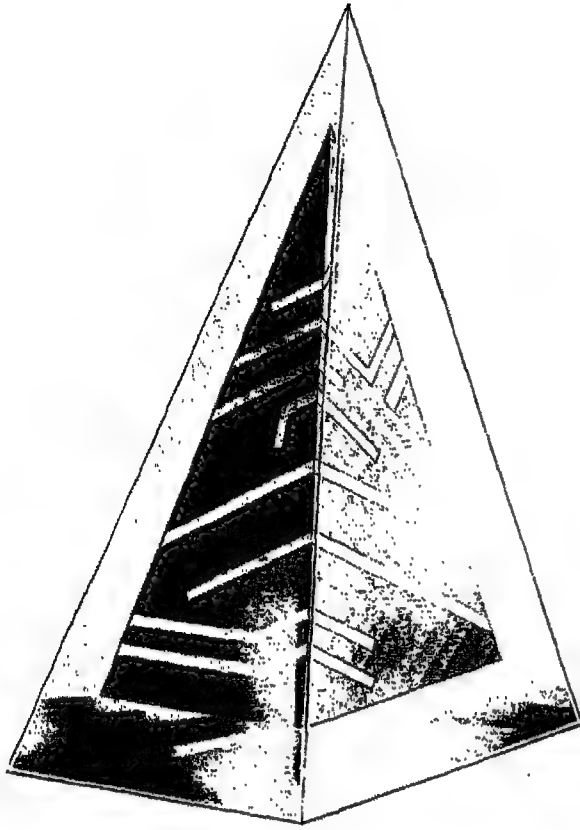
المعلومات. كما وأن معظم الأجهزة تحتاج الى ما يماثل سواقة اسطوانات، أي وسيلة للحصول على تسجيلات دائمة أو لتشغيل برامج إضافية. وفي كثير من الأحيان نحتاج الى جهاز موديم يسمح بإرسال المعلومات وتلقيها عبر خطوط الهاتف. وجميع هذه الأجهزة يتم ربطها بالجهاز الأساسي للنظام الكمبيوتر والذي بدوره، يحتوي على مكونات الكمبيوتر الإلكترونية والمبينة على لوحة الجهاز كما هي مضخمة الكوارتز التي تنسق الردود الواردة من

مختلف الدارات الإلكترونية في الكمبيوتر. فحينما ندير الجهاز تتأثر قطع الكريستال المحددة أطرافها في دقة بالتأثير الكهربائي فيتشوه شكلها أو تأخذ بالارتجاج وبمعدل ثابت يصل أحيانا الى ملايين المرات في الثانية الواحدة. عندها ومع كل اهتزاز يث الكريستال نبضة كهربائية ذات شدة كهربائية معينة (أي بقولنا معين). هذه النبضات المنتظمة تتحكم بوتيرة العمل في الكمبيوتر وتضمن انتظام الدارات الكهربائية وعدم تخطيها الحدود المرسومة لها. على أن لبعض الساعات أكثر من نمط واحد من النبضات الكهربائية وهي معدة بهذا الشكل من أجل تنظيم عمل بعض

الأقسام التي تتطلب سرعات متفاوتة عن غيرها. أما المنافذ التي يتم عبرها ادخال واخراج البيانات من الكمبيوتر فتقع بدورها على لوحة الجهاز وكذلك الأمر بالنسبة الى ذاكرتي روم ورام. الى جانب ذلك تتضمن لوحة الجهاز عنصرا رئيسيا آخر هو مصدر طاقة كهربائية يتم بواسطته تحويل التيار المتناوب الى تيار دائم مستمر. وتحتفظ شرائح الذاكرة بالمعلومات على صورة ارقام ثنائية هي البتات، والمرمزة على شكل شحنات كهربائية. ويتم حفظ هذه الشحنات في أماكن معينة، أو عناوين،

من كل شريحة، وعلى هيئة أرقام ثنائية أيضا. وتخرج التعليمات من وحدة المعالجة المركزية على صورة شحنات كهربائية مرمزة لتبحث عن عناوين معينة. وحينما يتم العثور على المعلومات تعود بدورها كرموز كهربائية، الى وحدة المعالجة المركزية لمعالجتها. وتعتبر الرموز العنوانية على اسلاك متوازية يطلق عليها «سكك عنوان»، في حين تعبر المعلومات على «سكك بيانات». وتتولى كل من أداة فك الرموز ويداالات العنوانية المزدوجة الصف (DIP Switches) حل رموز العناوين وتوجيه النبضات الكهربائية الى وجهات سيرها.





عملية الإدخال على شاشة الكمبيوتر. وتبدل الشاشة في صورة سريعة كلما قام البرنامج بتنفيذ جزء من مهامه متيحاً مجالاً سريعاً للتفاعل بين المستخدم والجهاز. وتقول الطابعة (Printer) إصدار نسخة ورقية مادية للعمل المعالج. كما وتستطيع بعض الكمبيوترات عرض النتائج صوتياً بواسطة صوت اصطناعي أو بإشارات إلكترونية معدة خصيصاً للروبوتات أو الأتجار الاصطناعية والصواريخ وسفن الفضاء.

البرامج الضمنية هذه بتلقين وحدة المعالجة المركزية بالتعليمات الأولية اللازمة للانطلاق، كما وتنفذها بكيفية عثرها على نظام التشغيل (Operating System) الكائن على أسطوانة أو شريط ونقله إلى الذاكرة المؤقتة لاستعماله للمعالجة. وابتداءً من هذه اللحظة يتولى نظام التشغيل زمام الأمر في الكمبيوتر ويرسم لمشغل الكمبيوتر سلسلة الأوامر التي يحتاج إليها والتي يستجيب لها الكمبيوتر والتي تنتج للمشغل أن يتحكم بسير عمل الجهاز.

الإدخال: إن لوحة المفاتيح من أكثر الأجهزة شيوعاً على صعيد إدخال المعلومات والتواصل مع الكمبيوتر. فالبرنامج الذي يسير الآلة يستطيع أن يتعرف إلى التعليمات التي نلقنها للكمبيوتر والتي تكون عبارة على ضربات معينة على مفاتيح لوحة معينة أياها أما معلومات يتصرف بموجبها أو بيانات ينبغي معالجتها. ويمكن إدخال البرامج البسيطة بواسطة لوحة المفاتيح. على أن البرامج الطويلة والمعقدة تلقن لذاكرة الكمبيوتر بواسطة سواقة أسطوانات تقوم بنقل المعلومات المخزنة عليها إلى الآلة. وتعد هذه الأسطوانات على شكل خطوط دائرية تمكّنها من الاحتفاظ بما يسجل عليها من بيانات أو معلومات، على شكل إشارات مغناطيسية يستطيع الكمبيوتر قراءتها.

المعالجة: تتولى وحدة التحكم التي تتضمنها وحدة المعالجة المركزية توجيه خُط سير العمليات، في حين تقوم الوحدة الحسابية المنطقية (Arithmetic Logic Unit) بإجراء الحسابات والعمليات المنطقية اللازمة. وحينما يكون الجهاز دائرة والبرنامج ناشطاً في الكمبيوتر، يستقر البرنامج في الذاكرة المؤقتة (رام) كي تتمكن وحدة المعالجة المركزية من جلب التعليمات في صورة متتالية واحدة تلو الأخرى. أما البرامج المستقرة في صورة دائمة في ذاكرة روم فهي تؤمن الأوامر اللازمة لإدارة الجهاز وتشغيله وكذلك التعليمات اللازمة لتأمين الاتصالات اللازمة مع أجهزة الإدخال والإخراج. وكثيراً ما تزود ذاكرة روم بأحدى لغات البرمجة (مثل لغة البيسيك (Basic) والتي تنتج للمشغل البرمجة المستقلة وكذلك القيام ببعض المهام كمعالجة الكلمات (Word Processing) وتحرير النصوص (Text Editing).

الإخراج: تنتج وحدة العرض المرئي أي الشاشة أو المراقب (Video Monitor) رؤية نتائج العمليات التي تمت معالجتها في صورة تصويرية. ويقوم الكمبيوتر عادة بعرض ما تم إدخاله من تعليمات أو معلومات بواسطة لوحة المفاتيح بالإضافة إلى ردوده هو على

الشريحة... اعجاز في التفسير

الفصل السادس

A tall, slender, faceted glass vase or lamp. It has a wide, flared rim and a narrow, tapered body. The glass is clear and faceted, with vertical ridges and horizontal bands. The top is covered by a decorative, possibly metal, stopper or cap. The object is set against a dark, textured background.

وتتضمن كل شريحة مئات الالوف من الدارات في صورة مكثظة ومكثفة. وكل دارة تحوي ثلاثة عناصر هامة وهي: مقاوم (Resistor) يقاوم سرعان الكهرباء، ومكثف (Capacitor) يخزن الشحنات الكهربائية ويكثفها، واخيرا والاهم، الترانزستور (Transistor)، الذي يستطيع تضخيم شدة التيار وتشغيله او ايقافه مما يؤهل الشريحة لفهم لغة الكمبيوتر الرقمية الثنائية. هذه العناصر الثلاثة تشكل ما يطلق عليه اسم خلية ذاكرة (Memory Cell).

وكانت الكمبيوترات في اوائل عهدها تعتمد على دارات كهربائية على شكل انابيب مفرغة، (Vaccum Tubes) ثم اعتمدت على الترانزستورات واخيرا الدارات المدمجة او الشرائح، الامر الذي جعل الالكترونيات اقل كلفة و اصغر حجما بالاضافة الى كونها متعددة المنافع واكثر وثوقا. وحينما امكن صنع وحدة معالجة مركزية صغيرة، بفضل الشرائح، حصل التطور الهام بظهور الكمبيوتر الشخصي الذي وضع الكمبيوتر في متناول كل شخص وبسرعة غير مسبوقة.

وفي حين لم تكن ذاكرة الكمبيوتر تنقسم في اوائل الخمسينات لعدة آلاف من

كيف يبدو الكمبيوتر على الشريحة

لا تجتمع عادة جميع مكونات الكمبيوتر في شريحة واحدة بل تتوزع على عدة شرائح، حيث لكل شريحة وظيفتها المحددة. فالكمبيوتر المنزلي، على سبيل المثال، يتضمن ما لا يقل عن نصف دزينة شرائح، في حين أن حاسبة الجيب تجمع جميع الوظائف على شريحة واحدة. عندها تصبح هذه الشريحة أشبه بكمبيوتر كامل على شريحة. مثل هذه الشرائح الكلية تستعمل كذلك في أجهزة الهاتف والسيارات وبعض التطبيقات المنزلية والألعاب.

الشرائح الكلية

إن هذه الشريحة الصغيرة (الصورة) هي نسخة حديثة لشريحة TM 1000 التي طورتها شركة تكساس إنسترومنتس، في النصف الأول من السبعينات ولها أهمية تاريخية، إذ أنها أول شريحة تجمع جميع العناصر الأساسية للكمبيوتر. وكانت تباع آنذاك بسعر لا يتعدى ٦ دولارات. وقد جاء تصنيعها ليوسع من أفق استعمال الميكروالكترونيات ولتشمل بالتالي واجهات السيارات والتطبيقات المنزلية والهاتف وغير ذلك. والنموذج الذي نحن في صددده هو لحاسبة جيب لا يتعدى حجمه ٤ في المائة من بوصة مربعة مغطاة بغشاء بلاستيكي واق (رفع قليلا في الصورة لكشف وجه الشريحة) ومحاطة

باطار عنكبوتي الشكل مكون من موصلات معدنية لنقل الاشارات الكهربائية من الشريحة واليها. ويتصل الاطار بصفتين من الاوتاد المعدنية التي تستعمل لتثبيت الشريحة في موقعها داخل الجهاز. وتضم هذه الشريحة:

١ - ذاكرة دروم، وتتضمن ١٠٢٤ بتا (كل ثمانية بتات تشكل حرفا او رقما في لغة الكمبيوتر الرقمية الثنائية، وكلمة Bit من Binary Digit اي الرقم الثنائي) هذه الذاكرة هي عبارة عن تعليمات مخزنة في صفة دائمة في الشريحة وتفيد لتشغيل الحاسبة.

٢ - ذاكرة درام، وهي قادرة على تخزين ٢٥٦ بايت بيانات تعتبر كافية لعمل الحاسبة.

٣ - ضابط مفكك الرموز (Control Decoder) مهمته فك رموز التعليمات المخزنة في ذاكرة دروم، وترجمتها الى خطوات مفصلة لتكون مفهومة لدى الوحدة الحسابية المنطقية.

٤ - وحدة حسابية منطقية تقوم بالعمليات الحسابية الفعلية. واداة فك الترميز والوحدة الحسابية المنطقية هما في الواقع وحدة المعالجة المركزية.

٥ - ساعة تصل الشريحة بقطعة من الكريستال المصنوع من الكوارتز، تنظم عند اهتزازها عمليات الشريحة في صورة منسقة.

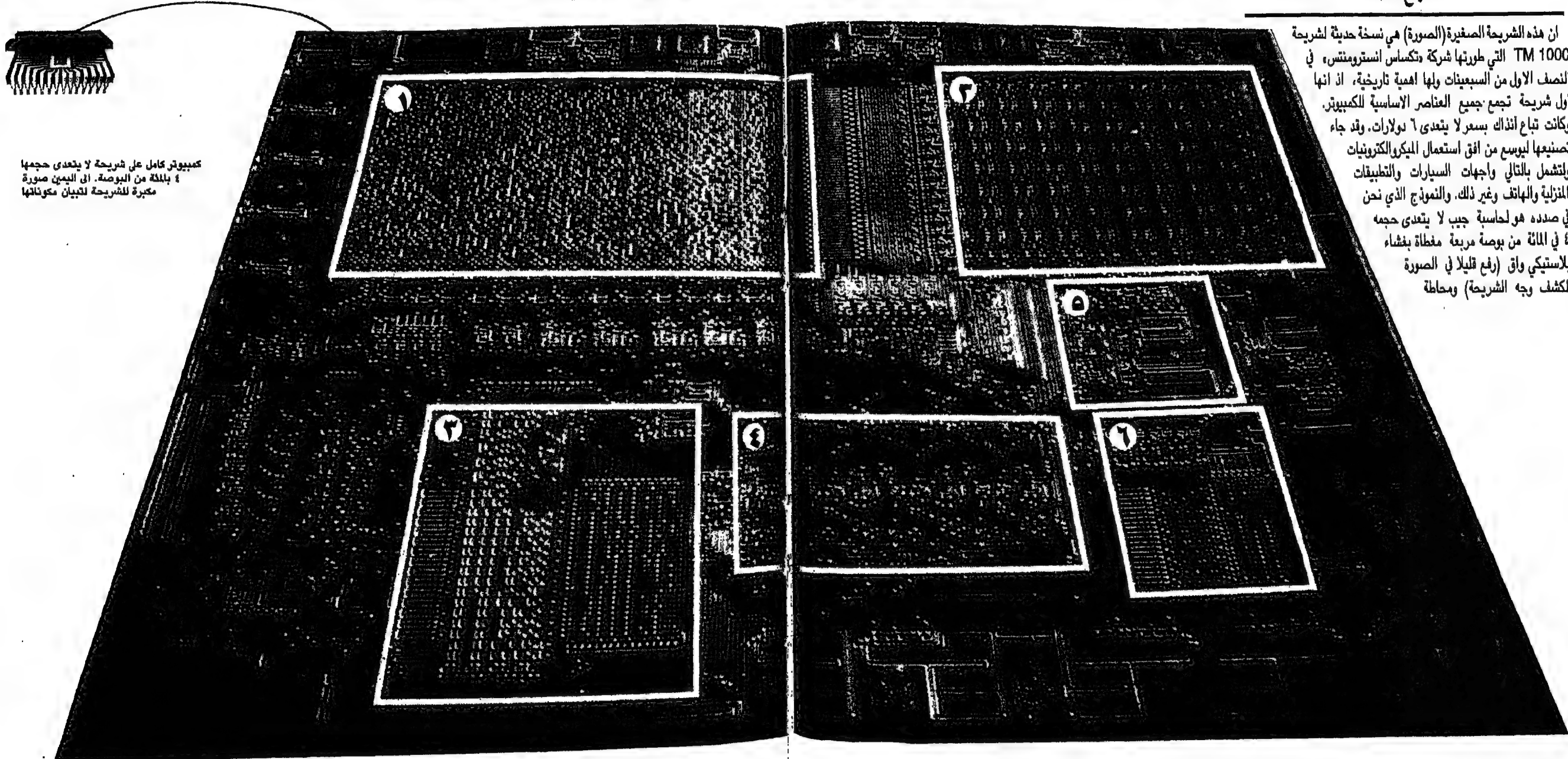
٦ - وحدة الادخال الاخراج والتي تتولى الاتصالات بالاجهزة الموجودة في

الجزء الخارجي من الحاسبة كلوحة المفاتيح وشاشة العرض المكونة من الكريستال السائل.

شرائح الكمبيوتر المنزلي

إن الحد الأدنى من الشرائح الأساسية في كمبيوتر منزلي لا يقل عن ست، وهي:

* شريحة الساعة (Clock Chip) تراقب النبضات المنتظمة الصادرة عن قطعة كريستال والتي تهتج كهربائيا، فتثبت في دورها نبضات تؤدي الى توقيت ملايين العمليات الكمبيوترية التي لا تتعدى الواحدة منها بضعة اجزاء من الثانية.




كمبيوتر كامل على شريحة لا يتعدى حجمها ٤ بالمائة من البوصة. ان اليمين صورة مكبرة للشريحة لتبيان مكوناتها

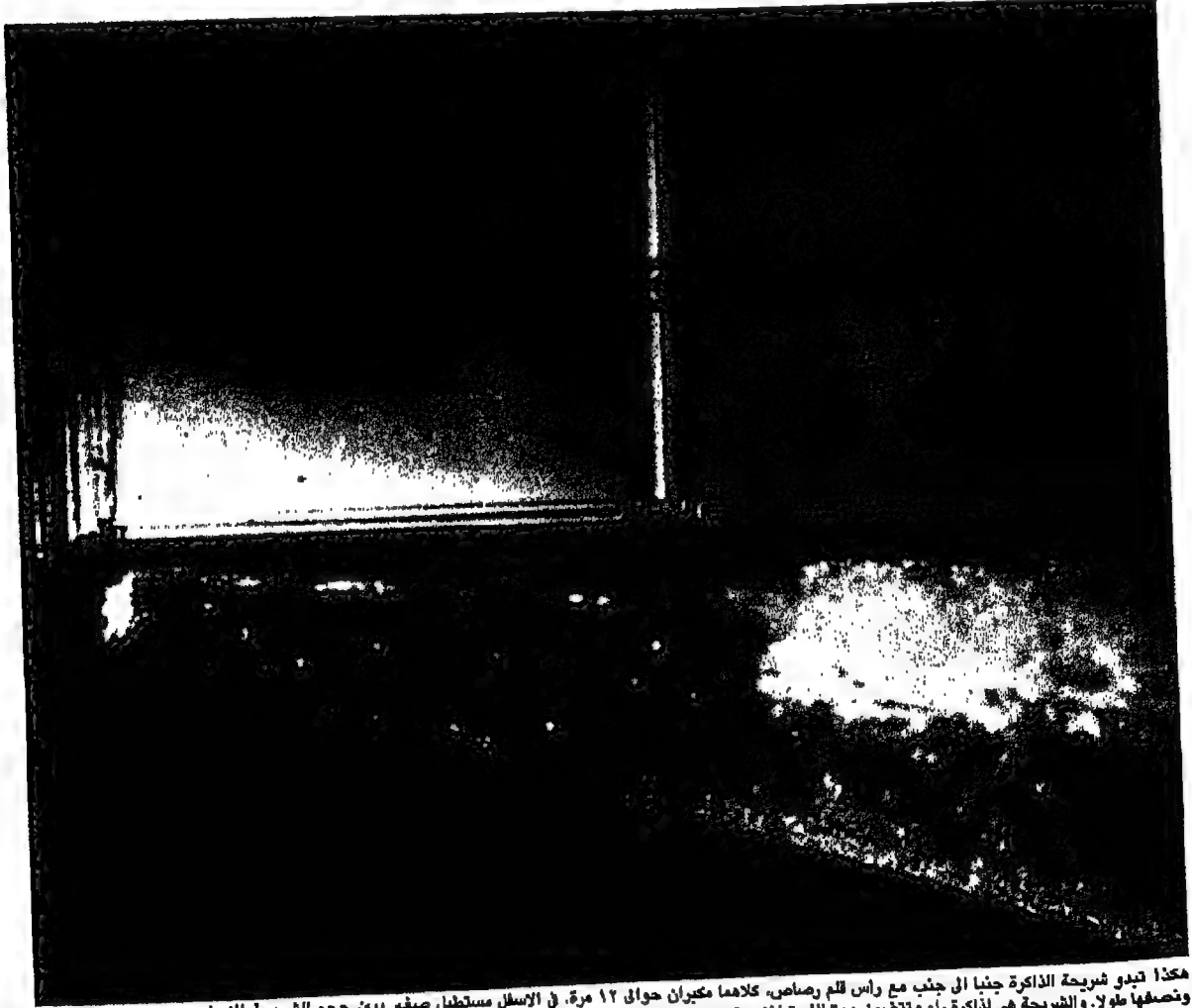
• **الشرائح البينية (Interface Chips)** وتتولى ترجمة الاشارات الواردة وابرزها لمسات الاصبع فوق لوحة المفاتيح والتي هي بمثابة تعليمات، الى لغة ثنائية يفهمها الكمبيوتر قوامها اشارتان (هما اشبه باطفاء النور ثم انارته). كما تتولى ترجمة الاشارات المرسله الى بيانات تعرض على المراقب (الشاشة) في صورة احرف او ارقام. ولما كانت هذه الشرائح صلة الوصل بين طرفين او اكثر اطلق عليها اسم الشرائح البينية.

• **شريحة وحدة المعالجة المركزية (Microprocessor Chip)** وهي بمثابة الخلية العصبية او الدماغ بالنسبة الى الكمبيوتر، وهي تعمل على تنفيذ كل القرارات الحسابية والمنطقية اللازمة لمعالجة المعلومات بناء على البرامج المخزونة في شريحة الذاكرة. هذا العمل ينفذ في صورة رئيسية في الوحدة الحسابية المنطقية. كما تتضمن وحدة المعالجة المركزية دارات تحكم تنظم عملها وسجلات تخزين فيها، في صورة انية، البيانات التي تدخل وتخرج من الشريحة. ونظرا الى ان الكمبيوتر الذي نتحدث عنه هنا هو منزلي اي ميكروكمبيوتر (Microcomputer) فاننا نطلق على وحدة المعالجة المركزية هنا الميكرومعالج (المعالج المصغر).

• **شرائح روم ROM Chips** ذاكرة قراءة فقط، وتحتفظ بالتعليمات اللازمة لعمل المعالج المصغر في صورة دائمة. ولما كانت هذه البرامج مطبوعة على الشرائح عند تصنيعها فانه لا يمكن قراءتها الا بواسطة شريحة المعالج المصغر كما لا يمكن تبديلها ولذلك يطلق عليها ذاكرة قراءة فقط.

• **شرائح ابيروم Erasable Programable — Read — Only Memory — EPROM Chips** وهي شرائح قراءة فقط لكنها قابلة لاعادة البرمجة مما يوفر طريقا عدة لتحديث او تغيير التعليمات المخزونة اصلا في شريحة «روم» الدائمة. ويجري التغيير تقنيا اما بواسطة اشارات كهربائية او بالاشعاع ما فوق البنفسجي.

• **شرائح رام RAM Chips** وهي خلافا لشريحة «روم» شريحة ذاكرة قراءة وكتابة معا حيث ان البيانات المخزونة عليها تظل هكذا طالما ان المعالج المصغر يحتاج اليها لاتمام عمل معين، ومجرد ادخال بيانات جديدة الى ذاكرة رام كاف لمح البيانات القديمة وحلول الجديدة مكانها. كما وان إيقاف الجهاز وقطع الكهرباء عنه يحو كل ما تحمله ذاكرة «رام» من بيانات 



هكذا تبدو شريحة الذاكرة جنباً الى جنب مع رأس قلم رصاص. كلاهما مكبران حوالي ١٢ مرة. في الاسفل مستطيل صغير يبين حجم الشريحة الاصل وهو ربع بوصة عرضاً ونصفها طولاً. والشريحة هي لذاكرة رام وتتضمن ٦٠٠ الف ترانزستور، مما يؤهلها لتوليد قدرة ٢٥٦ كيلوبتا. وهو من اقصى ما هو متداول اليوم في السوق التجارية.



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات

في فصول ستة سابقة عرضنا على حلقات لماهية الكمبيوتر ومما يتألف والمعدات الأساسية الداخلة في تكوينه وطريقة عمله ودور البرامج في ذلك. كما تناولنا في شرح جانبي الشريحة ومما تتألف وعلى ماذا تحتوي مُحْتَمِينَ بذلك جميع النواحي الأساسية المبدئية. أما الآن فننتقل، ضمن إطار تقديمنا للكمبيوتر للمبتدئين، إلى شرح لغة الكمبيوتر ومنطقه.

لغة الكمبيوتر ١: النظام الثنائي

الفصل السابع



وقبل نصف قرن كانت شيفرة الآلة اللغة الوحيدة للتواصل مع الكمبيوتر أما الآن فقد ابتكرت لغات تجعل الكمبيوتر يتولى بنفسه تحويل لغات البرمجة إلى شيفرة الآلة، أي إلى رموز يفهمها ليتمكن من القيام بأعماله. في بحثنا عن لغة الكمبيوتر سنتناول شقين، الأول وموضوعه النظام الرقمي الثنائي، والثاني (في حلقة مقبلة) منطق الكمبيوتر.

في الفصل الخامس بنينا العلاقة بين المعدات والبرامج وقلنا، إن هذه العلاقة أشبه بالعلاقة بين الجسد والروح، وأن المعدات لا تستطيع أن تؤدي مهامها ما لم يتوافر للكمبيوتر برنامج يتولى الزمام ويملي عليها ما ينبغي أن تفعله. على أن الكمبيوتر يحتاج إلى لغة معينة يفهم بها هذه البرامج. لذلك وجدت لغات خاصة بالبرمجة هي عبارة عن تسلسل كلمات وأحرف وأرقام والفاظ أولية مختارة بعناية كي تمكن الإنسان من التواصل مع الكمبيوترات. ومن دون هذه اللغات فإن أكبر الكمبيوترات وأعظمها قدرة تستحيل قطعاً جامدة لا حول لها ولا قوة، ورغم أن بعض لغات البرمجة معقد ورفيع المستوى يكاد يجاور اللغات الحية، كالانكليزية مثلاً، فإن جميع هذه اللغات هي أكثر تحديداً ودقة من اللغات البشرية ولا تحتل التأويل ولا ازدواج المعنى. فالكمبيوتر جهاز رصين صارم لا يقبل المزاح. وهناك اليوم مئات من لغات البرمجة بل الوف إذا ما أضفنا إليها واللهجات المتفرقة عنها والمعدلة لتناسب أجهزة دون أخرى. وبواسطة هذه اللغات تتمكن الكمبيوترات من القيام بمختلف الأعمال، كالحساب ومعالجة الإحصاءات، وفهرسة المعلومات وإصدار الأصوات والإيقاعات الموسيقية بل ومثقتة كبار الفنانين في مهارات الرسم واللون.

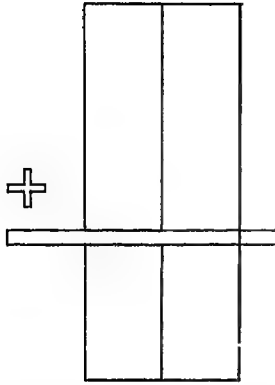
ولا توجد لغة واحدة تقي جميع هذه المهام، فمنها ما يفضل للمسائل العلمية والأخرى للتجارة وثالثة لتجارب الذكاء الاصطناعي، الخ... لكنها جميعها تعتمد قاعدة واحدة. ذلك أن الكمبيوتر من حيث الأساس لا يستجيب إلا للغة واحدة وهي شدة التيار الكهربائي (الفولت) المرتفع والمنخفض والذي يمثل في هذا التناوب الأصفر والأحمر المستعملة في النظام الرقمي الثنائي. فلكمبيوترات منافذ تتلقى البيانات على شكل تيار كهربائي أو انقطاع في التيار حيث يمثل التيار الأحاد وانقطاعه الصففر، مما يجعل النظام الرقمي الثنائي مثالياً للكمبيوترات. وإن تصميم الدارات الكهربائية في كل كمبيوتر معدّ بشكل تتجاوب فيه هذه الدارات مع مجموعة معينة ومحددة من الأوامر المشفرة ثنائياً والتي يمكن إعادة تشكيلها مراراً وتكراراً لتمكين الكمبيوتر من القيام بمهامه المختلفة. ورغم أن شيفرة الآلة (Machine Code) هذه واضحة ومباشرة فإنها غير إنسانية لأنها تتألف من آلاف وربما ملايين الأصفر والأحمر وأن أي خطأ في مكان ما يؤدي إلى فشل البرنامج.

النظام الرقمي الثنائي

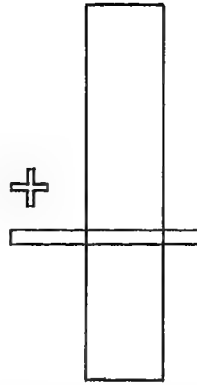
أما النظام الرقمي الثنائي، الذي يستعمل في الكمبيوترات، فهو، كما يوحي اسمه، قائم على رقمين هما الصففر والأحاد. فهذه الصيغة تستطيع أن تتعامل مع الفرضيات المنطقية: صحيح أو خطأ، كما أنها الصيغة الملائمة للطبيعة التي تقوم

هناك عدة أنظمة حسابية. لكن الغالبية تستعمل النظام العشري (أساسه الحقيقي عدد أصابع اليدين). هذا النظام أساسه الرقم ١٠ وقيمة كل رقم تختلف زيادة أو نقصاناً في حال اتجهنا يميناً أو يساراً عن الرقم ١٠.

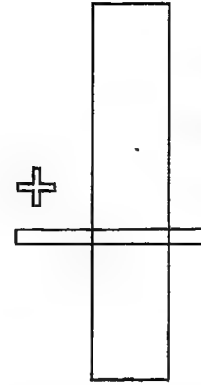
قواعد الجمع في النظام الرقمي الثنائي



ولكن الاحتمال الثالث والمختلف للجمع
في النظام الثنائي هو ان 1 زائد 1
يساوي 10 اي صفر مع نقل 1 الى اليسار

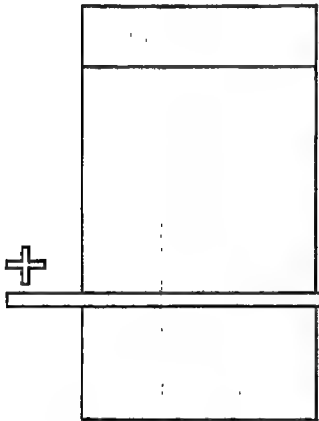


وعلى المنوال ذاته فان صفر زائد 1
في النظام الثنائي يساوي 1

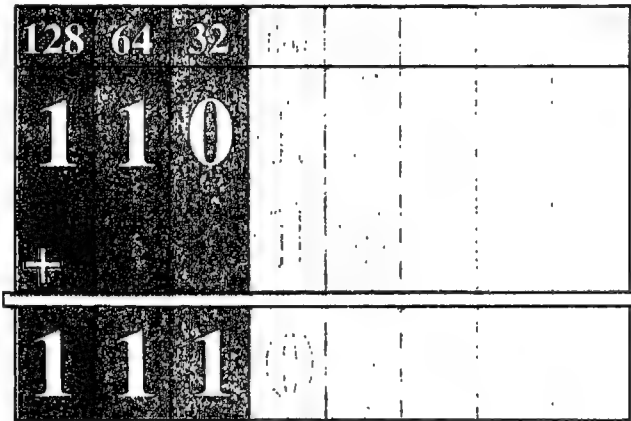


كما هي الحال في النظام العشري
فان صفر + صفر يساوي صفراً

عشري



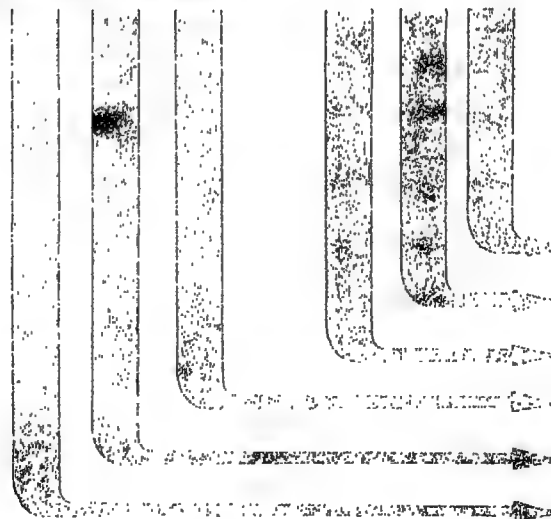
ثنائي



نموذج جمع: الى اليسار ارقام
ثنائية وعشرية متساوية.
ويمكن الحصول على مجموع
كل فئة عن طريق جمع
الاعمدة ونقل المتبقي الى
اليسار. ففي العمود الاول
للجدول العشري
 $9 + 9 = 18$ ، نكتب
الثمانية وننقل الواحد كما هو
معروف. وفي العمود الاول
للجدول الثنائي فان
 $1 + 1 = 10$ (صفر
وواحد ليس عشرة) فنكتب
الصفر وننقل 1. وهكذا
يصبح العمود الثاني في
الجدول الثنائي 1 + 1 او
10 (صفر وواحد) مضافاً
اليه الواحد المنقول اي 11
فنكتب 1 الذي لجهة اليمين
وننقل المتبقي. اما الارقام
الدرجة ادناه فتقيد للتدقيق
في عملية جمع الجدول الثنائي
عن طريق تحويل المجموع،
ثنائية، الى النظام العشري.

الخلاصة

ان العثور على المقابل العشري لرقم
ثنائي لا يحتاج لاكثر من ملاحظة
الخانة التي تحتها ارقام الواحد
(الاحاد) ومن ثم جمع قيم هذه
الخانات.



2	1 في خانة 2
4	1 في خانة 4
8	1 في خانة 8
32	1 في خانة 32
64	1 في خانة 64
128	1 في خانة 128
238	

كان اختراع الصفر حدثا ذا بعد تاريخي لا مثيل له. البعض نسبته الى الهنود والآخرين الى العرب، وآخرون الى البابليين، لولا الصفر لكان من المستحيل التعامل مع الارقام. فلا الضرب ولا القسمة ولا الجمع ولا الطرح ممكن من دونه. كذلك لا حساب المسافات الفلكية ولا الرحلات الفضائية ممكنة من دونه. فهو اساسي لجميع العمليات الرياضية الحديثة. ومن دونه ايضا يستحيل التعبير عن حالة عدم الاساسية بالنسبة للغة الثنائية الرقمية التي يستخدمها الكمبيوتر.

القواعد المتبعة لحل مسألة بعدد منته من الخطوات. وأول ما يتعلمه البرمجون هو تحويل كل مسألة إلى برنامج وفق قواعد الخوارزمية لتوفير آلية إجرائية تمكن الكمبيوتر من إتمام المعالجة بعدد منته من الخطوات.

٤٢



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطرقيات

في الفصل السابق شرحنا كيف أن الكمبيوتر لا يستطيع أن يفهم سوى اللغة الرقمية القائمة على النظام الثنائي، باعتبارها شفرة آلة تمكن الإنسان من التعامل معه. وقارنا هذا النظام بالنظام العشري، وفي هذا الفصل نعرض لنظامين متفرعين عن النظام الرقمي الثنائي، وهما في الواقع نظامان اختراقيان ضمن نطاق النظام الثنائي، أي يستعملان الصفر والواحد أيضا ولكنها يُسهّلان عملية التواصل مع الكمبيوتر.

الفصل الثامن لغة الكمبيوتر ٢: النظام الثنائي والتعشري

النظام الرقمي الثنائي. وعلى المنوال نفسه فإن رقما أصعبا واحدا في النظام الست عشري يمثل أربعة أرقام أصعبية في النظام الثنائي (١٦ = ٢ × ٢ × ٢ × ٢).

جميع هذه الانظمة الرقمية تشترك في خصائصها لأنها جميعها تخضع لصفتين أساسيتين، الأولى أن قيمة الأساس في جميع أنظمة العد (أي أساس النظام سواء كان ١٠ أو ٢ أو ٨ أو ١٦) تحدد عدد الأرقام الأصعبية وبالتالي الخانات المعتمدة في كل نظام على أن يكون أول هذه الأرقام الصفر دائما. والثانية أن الحد الأعلى لقيمة كل خانة منفردة يساوي دائما قيمة الأساس ناقص واحد. ففي النظام العشري تمتد الأرقام الأصعبية من صفر لغاية ٩ والرقم الأكبر هو ١٠ = ٩. وفي النظام الثنائي هناك رقمان أصعبيان هما صفر وواحد وأكبرهما ١ (١ = ٢). وفي النظام الثماني سبعة أرقام من صفر لغاية ٧ وأكبرها ٧ (٨ = ٧). وفي النظام الست عشري تمتد الأرقام من صفر لغاية ١٥ وأكبر الأرقام هو ١٥ (١٦ = ١٥). لكن لما كانت الأرقام العشرية لا تزيد على ٩ فقد اعتمدت أحرف أبجدية تمتد من A لغاية F لتعبر عن ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥ في النظام الست عشري. ومعنى ذلك أن الأرقام الست عشرية هي صفر، ١، ٢، ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، A، B، C، D، E، F. وأكبرها هو F الذي يعادل ١٥ (١٦).

المعروف أن أساس كل حساب هو العد. فالأوائل كانوا يعدّون على أصابع اليد. وحينما لم تكن الأصابع تكفي كانوا يلجأون إلى الحجارة والحصى أو العيدان. وحينما وصلوا إلى نظام للأرقام فإن معظم المجتمعات البشرية اعتمدت النظام العشري، أي النظام الذي أساسه القوة ١٠. وقوام هذا النظام اعتباران الأول أن هناك قيمة مكانية (Place Value) لكل رقم أو خانة، والثاني وضع رمز يمثل الأشياء، أي الصفر.

على أن بعض المجتمعات اختار النظام الثنائي وأساسه الرقم ٢. كما أن هناك أدلة على أن الفراعنة اعتمدوا نظاما معقدا أساسه الرقم ٤٩. وربما اختاروا هذا النظام ليظل بعيدا من متناول الناس العاديين.

لكن النظام الثنائي، على بساطته، مريح بالنسبة إلى الإنسان، فأي خطأ يتطلب العودة إلى أسطر لا تحصى من الأرقام الثنائية للتدقيق فيها. ورغم أن هناك برامج تحدد مكان الخطأ فإن هناك حالات ينبغي فيها العودة إلى البرنامج سطرًا سطرًا للتحري عن الخطأ واستعراض عدد ضخم من الصفحات المطبوعة والتي تسمى مكبّ الذاكرة (Memory Dump).

من أجل ذلك ابتكر المبرمجون طرقًا تختزل النظام الثنائي إلى نظام ثماني (أساسه ٨) ونظام ست عشري (أساسه ١٦).

ونظرا إلى أن ٨ هي ٢ مرفوعة إلى القوة ٣ ثلاث مرات (٨ = ٢ × ٢ × ٢) فإن رقما أصعبيا واحدا (Digit) في النظام الثماني يساوي ثلاثة أرقام أصعبية في

C0100	5dF10010	45EF000C	5d10A242	5dF10010	45EF0008	9240A103	024EA104	A103D204
C0120	A104A082	0213A116	A0870203	A134A0C8	D204A146	A0U4581C	A23E58F1	001045E1
C0140	000CF224	A006A004	FA32A107	A066FA10	A1D8A246	47F0A026	C24FA103	A1DDF323
C0160	A124A10E	46F0A126	F363A144	A10796F0	A14A5810	A23E58F1	001045EF	000C0700
C0180	4110A236	4530A0AE	001C007B	001C0080	0A020A0E	F5F4F3F2	F1C2C1C4	40D5C5E6
C01A0	E240E2E3	E4C6C640	40404040	40F1F2F3	F4404040	40404040	00000440	40404040
C01C0	40404040	--SAME--						
C01E0	40404040	4540F5F4	F3F2F140	40404040	40404040	40404040	C2C1C440	D5C5E6E2
C0200	40E2E3E4	C6C64040	40404040	40404040	40404040	4040F1F2	F3F44040	40404040
C0220	40404040	40404040	40404040	40404040	40404040	40C9E3C5	D4400506	48404040
C0240	40404040	40404040	40404040	40C4C5E2	C3D9C9D7	E3C9D6D5	40404040	40404040
C0260	404040D6	E4C1C5E3	C9E3E840	40404040	40404040	404040C1	D4D6E4D5	E3404040
C0280	40404040	--SAME--						
C02A0	40404040	40404040	40404040	40404040	40404040	40404040	40000123	4C001CE3
C02C0	C8C540D5	E404C2C5	044006C6	40C9E3C5	D4E240D7	D9D6C3C5	E2E2C5C4	40C9E244
C02E0	40404040	40404040	40E3C8C3	40E3D6E3	C1D340C1	D4D6E4D5	E340C9E2	40404040
C0300	40404040	40404040	40404040	40404040	5B5BC2D6	D7C5D54C	5B5BC2C3	D3D6E2C3
C0320	001C0080	001C0078	1CC1D3E8	E2C9E240	0A32D000	0A32D000	47F0F01A	0A32D000
C0340	C9D1C3C6	E9C9E9F0	33000A00	918010D2	4710F026	0A07D0EC	F06858E0	10209103
C0360	10044780	F04C9140	10024710	F04658E0	F06847F0	F01A58E0	101C07FE	D501F066
C0380	E0004770	F05A47F0	F04658E0	F06807FE	615C0C00	10220000	A01C0114	404040D3
C03A0	0A32D000	0A32C0D0	0A32D000	47F0F01A	C9D1C4C6	E4E9E9E9	34010A00	918010D2

نموذج لمكب الذاكرة مكتوب بالنظام الست عشري

العلاقة بين الأنظمة الأربعة

الثماني على سبيل الاختزال تستهلك ثلث الحجم والوقت اللذين تستهلكهما ذاكرة تعتمد النظام الثماني.

كما أن القيمة القصوى لرقم أصبعي في النظام الست عشري تعادل القيمة القصوى لأربعة أرقام أصبعية في النظام الثماني. وبالتالي فإن مدى قيمة كل رقم أصبعي في النظام الست عشري تعادل مدى قيمة أربعة أرقام أصبعية في النظام الثماني. وبما لذلك فإن استخدام النظام الست عشري، على سبيل الاختزال، لا يحتل سوى ربع الحجم والوقت اللذين تحتاج إليهما ذاكرة تعتمد النظام الثماني.

تقارن الجداول الأربعة أدناه بين الأنظمة الرقمية الأربعة. ويلاحظ أن قيمة كل رقم أصبعي، في كل نظام، تقرر وفقاً للقيمة الخابة التي يشغلها الرقم.

كما ويلاحظ أن القيمة القصوى لكل رقم أصبعي في النظام الثماني، وهي ٧، تعادل القيمة القصوى لثلاثة أرقام أصبعية في النظام الثماني. وإن المدى الذي تتراوح فيه قيمة كل رقم في النظام الثماني تطابق المدى الذي تتراوح فيه قيم ثلاثة أرقام في النظام الثماني. فإذا ما استبدلنا الأرقام الثمانية بأرقام ثمانية فإن عملية الاستبدال تجري على نسبة ٢:١. والكبيوترات التي تستخدم النظام

ثمانى			ثنائى			ست عشري			عشري		
١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢
١٤	٨	١	١٥	٩	٢	١٦	١٠	٣	١٧	١١	١٣
		٥									١٤
		٤									١٥
		٣									١٦
		٢									١٧
		١									١٨
		٥									١٩
		٤									٢٠
		٣									٢١
		٢									٢٢
		١									٢٣
		٥									٢٤
		٤									٢٥
		٣									٢٦
		٢									٢٧
		١									٢٨
		٥									٢٩
		٤									٣٠
		٣									٣١
		٢									٣٢
		١									٣٣
		٥									٣٤
		٤									٣٥
		٣									٣٦
		٢									٣٧
		١									٣٨
		٥									٣٩
		٤									٤٠
		٣									٤١
		٢									٤٢
		١									٤٣
		٥									٤٤
		٤									٤٥
		٣									٤٦
		٢									٤٧
		١									٤٨
		٥									٤٩
		٤									٥٠
		٣									٥١
		٢									٥٢
		١									٥٣
		٥									٥٤
		٤									٥٥
		٣									٥٦
		٢									٥٧
		١									٥٨
		٥									٥٩
		٤									٦٠
		٣									٦١
		٢									٦٢
		١									٦٣
		٥									٦٤
		٤									٦٥
		٣									٦٦
		٢									٦٧
		١									٦٨
		٥									٦٩
		٤									٧٠
		٣									٧١
		٢									٧٢
		١									٧٣
		٥									٧٤
		٤									٧٥
		٣									٧٦
		٢									٧٧
		١									٧٨
		٥									٧٩
		٤									٨٠
		٣									٨١
		٢									٨٢
		١									٨٣
		٥									٨٤
		٤									٨٥
		٣									٨٦
		٢									٨٧
		١									٨٨
		٥									٨٩
		٤									٩٠
		٣									٩١
		٢									٩٢
		١									٩٣
		٥									٩٤
		٤									٩٥
		٣									٩٦
		٢									٩٧
		١									٩٨
		٥									٩٩
		٤									١٠٠

عملية التحويل

من ثنائي الى عشري

$$\begin{array}{r}
 2048 \ 1024 \ 512 \ 256 \ 128 \ 64 \ 32 \ 16 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1 \\
 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 2048 + 0 + 0 + 256 + 0 + 64 + 32 + 0 + 8 + 0 + 0 + 1 = 2409
 \end{array}$$

إجمع قيم كل الخانات المشغولة بالرقم ١. في مثلنا أعلاه فإن تحويل الرقم الثنائي ١٠٠١٠١١٠١٠٠١ المكون من ١٢ خانة يعني جمع كل القيم المكانية حيث هناك واحد، أي جمع ١ + ٨ + ٣٢ + ٦٤ + ٢٥٦ + ٢٠٤٨ فتكون النتيجة ٢٤٠٩.

من عشري الى ثنائي

$$\begin{array}{r}
 5 \\
 4 \\
 \hline
 1 \\
 1 \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

إطرح أكبر قوة مرفوعة الى الرقم ٢ من الرقم العشري (٤ من ٥ في مثلنا أعلاه) واستمر في الطرح من الرصيد المتبقي، مدونا الرقم ١ في كل خانة قيمتها المكانية استخدمت في الطرح والصفر حيث لم يحصل ذلك. وفي مثلنا أعلاه نضع ١ تحت الـ ٤، وصفر تحت الـ ٢، و١ تحت الـ ١ مما يعطينا الرقم ١٠١ في النظام الثنائي.

من ثنائي الى ثنائي

$$\begin{array}{r}
 2048 \ 1024 \ 512 \ 256 \ 128 \ 64 \ 32 \ 16 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1 \\
 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 4 \ 2 \ 1 \ 4 \ 2 \ 1 \ 4 \ 2 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1
 \end{array}$$

انطلاقاً من الخانة الأولى في أقصى اليمين قسّم الخانات الى وحدات من ثلاثة، ونهمل مع كل ثلاثي كما لو أنه رقم ثنائي مستقل مكوناً من القيم المكانية ٤، ٢، ١ وحولّه الى عشري. والنتيجة هي أن مجموع كل القيم المكانية لكل مجموعة ثلاثية تساوي رقماً أصبغياً ثنائياً واحداً. وفي مثلنا أعلاه فإن مجموع القيم المكانية للوحدات الثلاثية هي ٤، ٥، ٥، ١، مما يجعل المجموع ٤٥١ في النظام الثنائي.

من ثنائي الى ست عشري

$$\begin{array}{r}
 2048 \ 1024 \ 512 \ 256 \ 128 \ 64 \ 32 \ 16 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1 \\
 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 8 \ 4 \ 2 \ 1 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1
 \end{array}$$

على النوال نفسه إبدأ من أقصى اليمين بتقسيم الرقم الى وحدات من أربعة متعاملاً مع كل وحدة كما لو أنها رقماً ثنائياً مكوناً من القيم المكانية ٨، ٤، ٢، ١. نرغب في تحويله الى عشري. إن مجموع القيم المكانية لكل مجموعة رباعية تعادل رقماً أصبغياً ست عشري واحداً. وفي مثلنا أعلاه فإن مجموع القيم المكانية للمجموعات الرباعية هي ٩، ٦، ٩، ١.

مبادئ الجمع

$$\begin{array}{r}
 1017 \\
 + 019 \\
 \hline
 1036
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 167 \\
 + 011 \\
 \hline
 70
 \end{array}$$

في الحلقة الماضية عرضنا مبادئ الجمع في النظام الثنائي والأن نتناول مبادئ الجمع في النظامين الثنائي والست عشري.

في النظام الست عشري:

أن جمع الأرقام في الخانة الأولى أي ٧ + ٩ يعطينا ١٦ وهو أساس النظام الست عشري المعبر عنه بـ ١٠. تدون صفراً وننقل ١ في الخانة الثانية نجمع ١ الى D (أي ١٣ في النظام العشري) فنحصل على ١٤ في النظام العشري أي E. نجمع E الى الصفر فتدوّن النتيجة صفر E (صفر + E) وهو الاختزال الست عشري للثنائي ٢٢٤ أو العشري ١١١٠٠٠٠٠.

في النظام الثماني:

أن جمع الأرقام في الخانة الأولى أي ٧ + ١ يعطينا ٨ المعبر عنها في النظام الثماني بـ ١٠ (صفر + واحد). وكما هي الحال في الجمع في النظام الثنائي تدون الصفر وننقل الواحد الى الخانة الثانية. ثم نتابع الجمع في الخانة الثانية، أي ٦ + ١ = ٧ وأخيراً ٧ زائد صفر فتكون النتيجة ٧٠ في النظام الثماني والمعادل ١١١٠٠٠ في النظام الثنائي و٥٦ في النظام العشري.

ملخص خصائص الانظمة الرقمية الاربعة

انطلاقاً من الصفتين الاساسيتين اللتين تنطبق عليهما جميع الانظمة الرقمية فان خصائص كل نظام رقمي هي:

النظام العشري | ١٠ |

تتراوح ارقامه بين صفر الى ٩ موفراً بذلك عشرة خيارات رقمية. الرقم الاكبر يساوي ٩، أي الحد الاقصى للخيارات الرقمية ناقص واحد.

النظام الثماني | ٨ |

مجموع الخيارات المتوافرة في النظام الثماني هي ثمانية من صفر حتى ٧. واكبر رقم هو ٧ أي الحد الاقصى للخيارات الرقمية ناقص واحد.

النظام الثنائي | ٢ |

مجموع الخيارات الرقمية في هذا النظام لا يتعدى ٢ (صفر واحد). الرقم الاكبر يساوي ١ وهو الحد الاقصى للخيارات الرقمية ناقص واحد. وكل قيمة تتعدى ١ ينبغي أن تمثل بأكثر من رقم أصبغى واحد مثلما أن كل رقم يتعدى ٩ في النظام العشري يتطلب رقماً من خانتيين أو أكثر.

النظام الست عشري | ١٦ |

أقل الانظمة شيوعاً. مجموع خياراته ١٦ رقماً أصبغياً، والارقام العشرة الاولى هي من صفر الى ٩ وقد أضيفت اليه ٦ رموز تمثل ارقاما لتكملة العدد الى ١٦ خياراً. هذه الرموز هي الاحرف من F-A. ويعني ذلك أن هذه الأحرف، في النظام الست عشري، تمثل ارقاما. فـ A تمثل ١٠ و B تمثل ١١ و C تمثل ١٢ و D تمثل ١٣ و E تمثل ١٤ و F تمثل ١٥. اكبر رقم هو F أي الحد الاقصى للخيارات ناقص واحد (أي ١٦-١).

القيم المكانية

القيم المكانية في النظام العشري (9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0)

الخانات	1	2	3	4	5	6	7	8	9
القيم	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8
الارقام	1	10	100	1,000	10,000	100,000	1,000,000	10,000,000	100,000,000
الرقم العشري	1	4	7	9	0	2			
المجموع	1	40	700	9000	0	200000			
النتيجة	1	40	700	9000	0	200000			

يخصص النظام العشري لكل رقم أصبغى قيمة أساسها القوة ١٠. ومعنى ذلك أن لكل رقم أصبغى (Digit) قيمة معينة أساسها القوة ١٠ أيضاً. هذه القيمة تزداد ١٠ أضعاف إذا اتجهنا من اليمين الى اليسار. فالواحد يصبح عشرة والعشرة مئة وهكذا دواليك. هذه القيمة يطلق عليها القيمة المكانية (Place value).

القيم المكانية في النظام الثنائي (1,0)

الخانات	1	2	3	4	5	6	7	8	9
القيم	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8
الارقام	1	2	4	8	16	32	64	128	256
الرقم الثنائي	1	0	1	0	0	1			
المجموع	1	0	4	0	0	32			
النتيجة	1	0	4	0	0	32			

وكذلك الامر في النظام الثنائي. فان لكل رقم أصبغى قيمة مكانية يتم جمعها لتشكل القيمة الاجمالية للرقم الثنائي. اما اساس النظام الثنائي فهو القوة ٢

يدون مجموع قيمة عدد ثنائي بعدد ذي اساس عشري

ثانياً: التحويل من النظام العشري الى الأنظمة الأخرى

الخطوة ١: قسم الرقم العشري المراد تحويله على قوة الأساس المطلوب.
الخطوة ٢: دون الرصيد المتبقي من الخطوة ١ بصفته الرقم الاصبعي
الاول للرقم الجديد المطلوب ابتداء من جهة اليمين.
الخطوة ٣: قسم حاصل القسمة السابقة على قوة الأساس الجديد
(المطلوب).

الخطوة ٤: دون الرصيد الناتج من الخطوة ٢ بصفته ثاني رقم اصبعي
للرقم الجديد المطلوب وذلك الى يسار الرقم الاصبعي الاول. كرر الخطوتين ٢
و ٤ مدونا الارصدة من اليمين باتجاه اليسار الى حين يلج الرصيد من
الخطوة ٢ صفراً.

من عشري الى ثنائي

$$2^? = 10^{26}$$

الخطوة ١
قسم الرقم على قوة الأساس الجديد

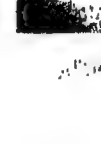


الخطوة ٢
دون الرصيد في اول خانة لجهة اليمين

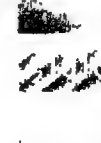
الخطوة ٣
قسم حاصل القسمة السابقة
على قوة الأساس الجديد



الخطوة ٤
دون الرصيد كثاني رقم
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا
كرر الخطوتين ٣ و ٤



الخطوة ٣
قسم حاصل القسمة السابقة
على قوة الأساس الجديد



الخطوة ٤
دون الرصيد كثاني رقم
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا
كرر الخطوتين ٣ و ٤



الخطوة ٤
دون الرصيد كثاني رقم
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا
كرر الخطوتين ٣ و ٤

من عشري الى ثنائي

$$8^? = 10^{416}$$

الخطوة ١
قسم الرقم على قوة الأساس الجديد



الخطوة ٢
دون الرصيد في اول خانة لجهة اليمين

الخطوة ٣
قسم حاصل القسمة السابقة
على قوة الأساس الجديد

الخطوة ٤
دون الرصيد كثاني رقم
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا
كرر الخطوتين ٣ و ٤

الخطوة ٣
قسم حاصل القسمة السابقة
على قوة الأساس الجديد

الخطوة ٤
دون الرصيد كثاني رقم
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا
كرر الخطوتين ٣ و ٤

من عشري الى ست عشري

$$16^? = 10^{941}$$

الخطوة ١
قسم الرقم على قوة الأساس الجديد



الخطوة ٢
دون الرصيد
في اول خانة لجهة اليمين

الخطوة ٣
قسم حاصل القسمة السابقة
على قوة الأساس الجديد

الخطوة ٤
دون الرصيد كثاني رقم
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا
كرر الخطوتين ٣ و ٤

الخطوة ٣
قسم حاصل القسمة السابقة
على قوة الأساس الجديد

الخطوة ٤
دون الرصيد كثاني رقم
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا
كرر الخطوتين ٣ و ٤

الخطوة ٤
دون الرصيد كثاني رقم
فإذا كان الرصيد صفراً توقف والا
كرر الخطوتين ٣ و ٤

رابعاً: التحويل من وإلى النظام الست عشري

الـ ٩ والأرقام الاصبعية الست عشرية من A إلى F تساوي الأرقام العشرية ١٠ - ١٥.

من ست عشري إلى ثنائي

الخطوة ١: حول كل رقم اصبعي ست عشري إلى رقم ثنائي مؤلف من أربعة أرقام اصبعية (معتبراً الأرقام الست عشرية كما لو أنها أرقام عشرية).
الخطوة ٢: اعتبر الأرقام الحاصلة كما لو أنها رقم ثنائي واحد.

من ثنائي إلى ست عشري

الخطوة ١: قسم الأرقام الاصبعية الثنائية إلى مجموعات من أربعة وذلك بدءاً بالجهة اليمنى.
الخطوة ٢: حول كل مجموعة من أربعة أرقام اصبعية ثنائية إلى رقم اصبعي ست عشري واحد (مستخدماً قاعدة التحويل من ثنائي إلى عشري). وتذكر أن الأرقام الاصبعية الست عشرية من صفر إلى ٩ تساوي الأرقام الاصبعية العشرية من صفر

من ثنائي إلى ست عشري

$$16? = 211010111$$

الخطوة ١ قسم الأرقام الثنائية إلى مجموعات من أربعة

$$\begin{aligned} 16D &= 1013 \\ 167 &= 107 \\ 16D7 &= 21 \end{aligned}$$

الخطوة ٢
حول كل مجموعة إلى رقم اصبعي واحد

من ست عشري إلى ثنائي

$$2? = 162A9$$

$$\begin{aligned} 20010 &= 21010 \\ 21010 &= 21001 \\ 21001 &= 21001 \end{aligned}$$

الخطوة ١
حول كل رقم اصبعي ست عشري إلى ثنائي من ٤ أرقام اصبعية

الخطوة ٢ ادمج الأرقام معاً

$$0010$$

خامساً: التحويل من وإلى النظام الثماني

تساوي الأرقام الثمانية من صفر إلى ٧.

من ثماني إلى ثنائي

الخطوة ١: حول كل رقم اصبعي ثماني إلى رقم ثنائي مؤلف من ثلاثة أرقام اصبعية (معتبراً الأرقام الثمانية كما لو أنها أرقام عشرية).
الخطوة ٢: اعتبر الأرقام الحاصلة كما لو أنها رقم ثنائي واحد.

من ثنائي إلى ثماني

الخطوة ١: قسم الأرقام الاصبعية الثنائية إلى مجموعات من ثلاثة وذلك بدءاً بالجهة اليمنى.
الخطوة ٢: حول كل مجموعة من ثلاثة أرقام اصبعية ثنائية إلى رقم اصبعي واحد (مستخدماً قاعدة التحويل من ثنائي إلى عشري). وتذكر أن الأرقام الاصبعية العشرية من صفر إلى ٧

من ثنائي إلى ثماني

$$8? = 2110011$$

الخطوة ١ قسم الأرقام الثنائية إلى مجموعات من ثلاثة

$$2110011$$

الخطوة ٢ حول كل مجموعة إلى رقم اصبعي واحد

$$3 = 011$$

من ثماني إلى ثنائي

$$2? = 8246$$

الخطوة ١ حول كل رقم اصبعي ثماني إلى ثنائي من ٣ أرقام اصبعية

$$010 =$$

الخطوة ٢ ادمج الأرقام كلها معاً

$$010$$

آباء عصر الكمبيوتر (٢)

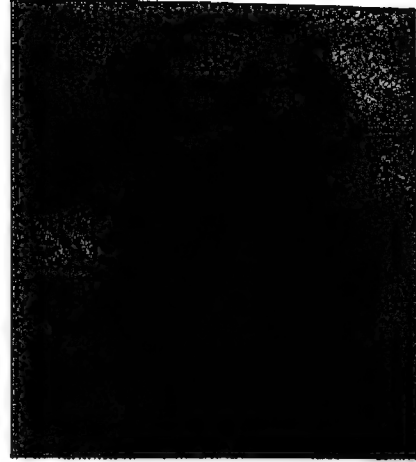


لايبنتز (Leibniz) قدم اللغة الثنائية الرقمية
(القرن السابع عشر)

اضافة الى اسهامه في تطور الآلة الحاسبة فانه، بابتكاره النظام الرقمي الثنائي المكون من الصفر وواحد، وفر لغة يستطيع الكمبيوتر أن يتعامل معها. فالصفر والواحد يمكن أن يعبرا عن حالتين مطفئة ومشغلة للتيار الكهربائي، وبالتالي التعبير عن المعطيات بعد كتابتها باللغة الرقمية الثنائية. وكان لايبنتز قد ابتكر النظام الثنائي لدواع فلسفية ورياضية. وفي الثلاثينات من القرن العشرين لاحظ كلود شانون (Claude Shannon) مضاعفاتها البعيدة المدى بالنسبة للكمبيوتر.

الكونتيسة ادا (Ada): قدمت البرمجة
(القرن التاسع عشر)

ابنة الشاعر الانكليزي اللورد بايرن، رياضية موهوبة عملت بصورة وثيقة مع العالم البريطاني باباج في مشروعه لصنع آلة التحليلية. واليها تعود فكرة نقل مبدأ نول جاكارد الذي يعمل بالاشربة الطويلة المثقوبة الى الميدان الحسابي باستخدام بطاقات مماثلة مثقوبة ترمز بثقوبها الى ارقام معينة. اطلق عليها لذلك اول مبرمجة في التاريخ. وبذلك قربت الى الواقع مشروع الكمبيوتر الذي كان لا يزال سديميا في خلفيات العقل البشري.



جورج بول (George Boole): قدم المنطق
(القرن التاسع عشر)

عبقري بريطاني ابتكر في القرن التاسع عشر نوعا من الجبر يتيح التعامل مع الارقام والحروف والاشياء والعبارات والفرضيات كما لو انها ارقام بحتة. بموجب هذا النظام أصبح بالإمكان ترميز الفرضيات التي يمكن أن تعتبر صحيحة او خاطئة على اساس ثلاثة احتمالات هي «و»، «او» و«لا».



جون فون نيومان (John Von Newman): قدم
التصميم الهندسي (القرن العشرين)

هنغاري المولد اميركي الجنسية وصف بانه عملاق بين الرياضيين. لعب دورا بارزا في نجاح انياك، اول كمبيوتر الكتروني. وضع تصميم الهندسة الداخلية للكمبيوتر وقوامها خمسة عناصر اساسية تؤمن له اداء متعدد الاغراض. هذه العناصر هي الوحدة الرياضية المنطقية، وحدة التحكم والضبط، الذاكرة، وحدة ادخال ووحدة اخراج. وبالإضافة الى ذلك رأى انه يتوجب على الكمبيوتر أن يعمل باللغة الرقمية الثنائية وأن يكون الكتروني لا ميكانيكي. ويعرف هذا التصميم بالمتسلسل لأن عمليات المعالجة تتم واحدة بعد الاخرى، جميع الكمبيوترات التي هي قيد التداول اليوم صغيرة وسطى وإيوانية تعمل وفق هذا التصميم.





ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات

ما زلنا مع هذا الفصل نتابع تعقيدات النظام الثنائي باعتباره اللغة التي يفهمها الكمبيوتر. وقد عرضنا خلال ثلاثة فصول سابقة لماذا لا يفهم الكمبيوتر إلا اللغة الرقمية الثنائية وميزات هذه اللغة وتعقيداتها. كما عرفنا الأنظمة الرقمية المخترلة للنظام الثنائي وأخيراً قواعد التحويل بين نظام رقمي وآخر. وفي هذا الفصل نعرض لقواعد الجمع والطرح في الأنظمة الثلاثة الثنائي والثماني والست عشري.

الفصل العاشر لغة الكمبيوتر / ٤: قواعد الجمع والطرح

الجمع

في هذه اللغة الرقمية، كما في غيرها، كثيراً ما ننظر إلى الجمع عند كتابة البرامج بلغة يفهمها الكمبيوتر. وقواعد الجمع لا تختلف من حيث الأساس عن قواعد الجمع في النظام العشري. وهذه القواعد تتمثل في ثلاث خطوات:

- الخطوة ١: أجمع العمود الأول ابتداءً من جهة اليمين.
- الخطوة ٢: إذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساوياً أو زائداً عن قوة الأساس اطرح قيمة الأساس من مجموع العمود وانتقل إلى العمود التالي. (إذا كان مجموع العمود لا يزال مساوياً أو زائداً عن الأساس كرر الخطوة ٢).
- الخطوة ٣: إذا كانت هناك أعمدة جمع إضافية أو كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ أجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

الخطوة ٢: إذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساوياً أو زائداً عن قوة الأساس اطرح قيمة الأساس من مجموع العمود وانتقل إلى العمود التالي. (إذا كان مجموع العمود لا يزال مساوياً أو زائداً عن الأساس كرر الخطوة ٢).

الخطوة ٣: إذا كانت هناك أعمدة جمع إضافية أو كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ أجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

الخطوة ٢: إذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساوياً أو زائداً عن قوة الأساس اطرح قيمة الأساس من مجموع العمود وانتقل إلى العمود التالي. (إذا كان مجموع العمود لا يزال مساوياً أو زائداً عن الأساس كرر الخطوة ٢).

الخطوة ٣: إذا كانت هناك أعمدة جمع إضافية أو كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ أجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

الخطوة ٢: إذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساوياً أو زائداً عن قوة الأساس اطرح قيمة الأساس من مجموع العمود وانتقل إلى العمود التالي. (إذا كان مجموع العمود لا يزال مساوياً أو زائداً عن الأساس كرر الخطوة ٢).

الخطوة ٣: إذا كانت هناك أعمدة جمع إضافية أو كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ أجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 10111 \\ +01110 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ +1 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10111 \\ +01110 \\ \hline 01 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1 \\ +1 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 10111 \\ +01110 \\ \hline 101 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 0 \\ +1 \\ \hline 2 \end{array}$$

في مثلنا التالي نريد أن نجمع الرقم الثنائي 10111 إلى الرقم الثنائي 01110. تقضي الخطوة الأولى بأن نجمع عمود الأحاد لكل من ١ وصفر، فيصبح رصيد العمود ١ وهو رقم أصبغى منفرد. لذلك لا يتبقى عندنا ما ننقله إلى الخانة الثانية (العمود التالي). أما الخطوة الثانية فهي جمع العمود التالي أي ١ و ١ مما يساوي ٢. ونظراً إلى أن القيمة العشرية لـ ٢ لا يمكن التعبير عنها برقم أصبغى منفرد فإننا نحتاج إلى النقل من خانة إلى أخرى. وبكى تتمكن من النقل نضع ١ فوق العمود التالي باتجاه اليسار. هذا النقل يساوي قيمة الأساس (أي ٢ في النظام الرقمي الثنائي). أن الرقم ١ في عمود الثنائيات يساوي ٢ في عمود الأحاد. ولأن نقل قيمة ٢ من عمود قيمته ٢ فإن النقل يجعل قيمة العمود صفراً. في العمود الثالث تصبح القيمة ١ و ١ و ١ مما يجعل المجموع ٣ في العشري. مرة أخرى يحصل نقل من العمود الرابع. حيث ١ في هذا العمود يعني نقل ٢ من ٢ فيبقى ١ رصيداً للعمود الثالث. وهكذا يستمر الجمع حتى اكتمال الخطوات على باقي الأعمدة. مثال:

$$\begin{array}{r} 10111 \\ +01110 \\ \hline \end{array}$$

الخطوة ١: أجمع العمود الأول ابتداءً من جهة اليمين.

$$\begin{array}{r} 1 \\ +0 \\ \hline 1 \end{array}$$

الخطوة ١: اجمع العمود
الاول ابتداء من جهة اليمين.

$$\begin{array}{r} 5 \\ +4 \\ \hline 9 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود
في الخطوة ١ مساويا أو زائداً عن قوة
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا
أو زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 1 \\ 265 \\ +434 \\ \hline 1 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك
أعمدة جمع اضافية أو كان هناك
نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع
العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 6 \\ +3 \\ \hline 10 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود
في الخطوة ١ مساويا أو زائداً عن قوة
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا
أو زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 11 \\ 265 \\ +434 \\ \hline 21 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك
أعمدة جمع اضافية أو كان هناك
نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع
العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ +4 \\ \hline 7 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود
في الخطوة ١ مساويا أو زائداً عن قوة
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا
أو زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 11 \\ 265 \\ +434 \\ \hline 721 \end{array}$$

في مثلثنا نريد ان نجعل الرقم الست عشري 5A9 الى الرقم الست عشري
A86. تقضي الخطوة الاولى بجمع ٩ الى ٦ مما يعطينا ١٥ في النظام العشري، أو
F في النظام الست عشري. فنكون F في اسفل العمود الاول. في العمود الثاني
نجمع A الى الرقم ٨. وبما كانت A في النظام الست عشري تعني ١٠ فمعنى ذلك ان
مجموع العمود اصبح ١٨ وهو رقم يزيد عن الحد الاقصى لارقام النظام الست
عشري. فننقل ١ الى العمود الثالث وهذا يعني نقل ١٦ من اصل مجموع الرقم ١٨
فندون الفارق وهو ٢ في اسفل العمود الثاني. في العمود الثالث نلاحظ ان مجموع
ارقام العمود تزيد عن الحد الاقصى للرقم في النظام الست عشري فتتم عملية نقل
جديدة. ان النقل بحسب قوة الاساس (١٦) تعني نقل كامل مجموع العمود فنكون
صفرا في اسفل العمود. اما الخطوة الاخيرة فهي تدوين الرقم ١ المنقول باعتباره
العمود الرابع. مثال:

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود
في الخطوة ١ مساويا أو زائداً عن قوة
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا
أو زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 111 \\ 10111 \\ +01110 \\ \hline 0101 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك
أعمدة جمع اضافية أو كان هناك
نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع
العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 1 \\ +0 \\ \hline 2 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود
في الخطوة ١ مساويا أو زائداً عن قوة
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا
أو زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 1111 \\ 10111 \\ +01110 \\ \hline 00101 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك
أعمدة جمع اضافية أو كان هناك
نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع
العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ +0 \\ \hline 1 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود
في الخطوة ١ مساويا أو زائداً عن قوة
الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع
العمود وانقل ١ الى العمود التالي.
(اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا
أو زائداً عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 1111 \\ 10111 \\ +01110 \\ \hline 100101 \end{array}$$

في مثلثنا التالي نريد ان نجعل الرقم الثماني 265 مع الرقم الثماني 434. تقضي
الخطوة الاولى بجمع عمود الاحاد المؤلف من ٥ و ٤ مما يجعل المجموع ٩. ونظرا
الى ان اقصى القيمة العشرية لرقم اصبعي واحد في النظام الثماني هو ٧ فمعنى
ذلك ان علينا ان نمارس النقل. اي نقل ١ الى رأس العمود التالي الذي تبلغ قيمته ٨
(لكونها قيمة الاساس). ان ١ في عمود الثمانيات يساوي ٨ في عمود الاحاد. ونظرا
الى اننا نقلنا ٨ من مجموع العمود البالغ ٩ فاننا نسجل الفرق ومقداره ١٠ تحت
العمود الاول. في العمود الثاني المؤلف من ١ و ٦ يصبح المجموع في النظام
العشري ١٠، وان نقل ١ الى العمود الثالث يجعل قيمته بحسب قيمة الاساس اي
٨. ونظرا الى اننا نقلنا ٨ من اصل ١٠ في العمود الثاني فاننا ندون الفارق وهو ٢
كرصيد للعمود الثاني. نصل الى العمود الثالث والآخر وهو مؤلف من ١ و ٢ و ٤
اي ٧. ونظرا الى ان ٧ في العشري تساوي ٧ في الثماني فاننا لا ننقل شيئا بل ندون
٧ كرصيد لهذا العمود. مثال:

$$\begin{array}{r} 265 \\ +434 \\ \hline \end{array}$$

الطرح

لا تختلف قواعد الطرح المتبعة في الانظمة الثنائية عن قواعد الطرح في النظام العشري، والتي تتمثل في خطوتين:

الخطوة ١: اذا كان الرقم المطروح في العمود الواحد اكبر من الرقم المطروح منه استعبرقما من العمود التالي والواقع الى اليسار. ان قيمة الرقم المستعبر هي دائما مساوية لقيمة الاساس في النظام العشري.
الخطوة ٢: اطرح القيمة الدنيا من القيمة العليا.

في هذا المثل يطلب منا ان نطرح الرقم الثنائي 01110 من الرقم الثنائي 10101 وسوف نلاحظ ان الطرح في العمود الاول لا يحتاج الى استعارة لان الصفر يمكن ان يطرح من ١. في العمود الثاني علينا ان نطرح واحدا من صفر لذلك نحتاج الى استعارة. نستعير ١ من الرقم التالي الى اليسار. ان الرقم ١ المستعار من العمود الثالث يصبح ٢ في العمود الثاني (لان قوة الاساس هي ٢). ان الرقم ١ في عمود الرباعيات يساوي ٢ في عمود الثنائيات، لذلك يمكن المتابعة بطرح ١ من ٢ في العمود الثاني. في العمود الثالث علينا كذلك ان نطرح ١ من صفر وهنا نحتاج من جديد الى ان نستعير من العمود التالي باتجاه اليسار. العمود الرابع يتضمن صفرا ولا يمكن الاستعارة منه لذلك نستعير من العمود الخامس. ان استعارة ١ من العمود الخامس يفتح ٢ للعمود الرابع. ان الرقم ١ في عمود الست عشريات يساوي ٢ في عمود الثمائيات. وهكذا يصبح العمود الرابع مؤهلا كي نستعير منه. ان الرقم ١ من اصل ٢ المستعار من العمود الرابع يصبح ٢ في العمود الثالث. فنطرح ١ من ٢ ويصبح الرصيد ١. وعندما يصبح الطرح في العمود الرابع ١ من ١ يصبح الرصيد صفرا. اما في العمود الخامس فيكون الطرح صفرا من صفر والرصيد صفرا. مثال:

$$\begin{array}{r} 10101 \\ -01110 \\ \hline \end{array}$$

العملية الاولى
(الخطوتان ١ و ٢)

$$\begin{array}{r} 10101 \\ -01110 \\ \hline 1 \end{array}$$

العملية الثانية

$$\begin{array}{r} 02 \\ 10101 \\ -01110 \\ \hline 1 \end{array}$$

العملية الثالثة

$$\begin{array}{r} 0202 \\ 10101 \\ -01110 \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 165A9 \\ + 16A86 \\ \hline \end{array}$$

الخطوة ١: اجمع العمود الاول ابتداء من جهة اليمين.

$$\begin{array}{r} 9 \\ +6 \\ \hline 15=F \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساويا او زائدا عن قوة الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع العمود وانقل ١ الى العمود التالي. (اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا او زائدا عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 5A9 \\ + A86 \\ \hline F \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك اعمدة جمع اضافية او كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

تذكر: $A=10$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساويا او زائدا عن قوة الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع العمود وانقل ١ الى العمود التالي. (اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا او زائدا عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} A \\ +8 \\ \hline 18 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك اعمدة جمع اضافية او كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 1 \\ 5A9 \\ + A86 \\ \hline 2F \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساويا او زائدا عن قوة الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع العمود وانقل ١ الى العمود التالي. (اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا او زائدا عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 1 \\ 5 \\ + A \\ \hline 16 \end{array}$$

الخطوة ٣: اذا كانت هناك اعمدة جمع اضافية او كان هناك نقل حصل في الخطوة ٢ اجمع العمود التالي وكرر الخطوة ٢.

$$\begin{array}{r} 11 \\ 5A9 \\ + A86 \\ \hline 02F \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ +0 \\ \hline 1 \end{array}$$

الخطوة ٢: اذا كان مجموع العمود في الخطوة ١ مساويا او زائدا عن قوة الاساس اطرح قيمة الاساس من مجموع العمود وانقل ١ الى العمود التالي. (اذا كان مجموع العمود لا يزال مساويا او زائدا عن الاساس كرر الخطوة ٢).

$$\begin{array}{r} 11 \\ 5A9 \\ + A86 \\ \hline 102F \end{array}$$

العملية الثالثة

$$\begin{array}{r} 10 \\ 6212 \\ 734 \\ -275 \\ \hline 437 \end{array}$$

العملية الرابعة

$$\begin{array}{r} 12 \\ 0202 \\ 10101 \\ -01110 \\ \hline 1111 \end{array}$$

العملية الخامسة

$$\begin{array}{r} 12 \\ 0202 \\ 10101 \\ -01110 \\ \hline 0111 \end{array}$$

العملية السادسة

$$\begin{array}{r} 12 \\ 0202 \\ 10101 \\ -01110 \\ \hline 00111 \end{array}$$

عندما نقوم بالطرح في النظام الست عشري علينا ان نحول الاحرف من A الى F الى ما تعادله من ارقام في النظام العشري قبل اتمام عملية الطرح. في مثلنا نريد ان نطرح الرقم الست عشري 48F من الرقم الست عشري A7B. يعني العمود الاول طرح F من B او (١٥ من ١١ في النظام العشري). ومن الواضح اننا نحتاج الى الاستعارة. ان استعارة ١ من العمود الثاني يضيف ١٦ الى العمود الاول ليصبح ٢٧. نطرح منه ١٥ فيبقى لنا ١٢. ولما كان الرصيد هو في النظام العشري فاننا نقلبه الى ما يعادله في الست عشري اي الى ٢. في العمود الثاني نطرح ٨ من ٦ مما يقتضي الاستعارة. نستعير ١ من العمود الثالث فيضاف ١٦ الى العمود الثاني ويجعله ٢٢. نطرح منه ٨ فيبقى لنا ١٤ او E في الست عشري. في العمود الاخير نطرح ٤ من ٩ فيبقى لنا ٥. مثال:

$$\begin{array}{r} 16A7B \\ -1648F \\ \hline \end{array}$$

العملية الاولى (الخطوتان ١ و ٢)

$$\begin{array}{r} 627 \\ A7B \\ -48F \\ \hline C \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ 15 \\ -F \\ \hline 12=C \end{array}$$

العملية الثانية

$$\begin{array}{r} 22 \\ 9627 \\ A7B \\ -48F \\ \hline EC \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 6 \\ -8 \\ \hline 14=E \end{array}$$

العملية الثالثة

$$\begin{array}{r} 22 \\ 9627 \\ A7B \\ -48F \\ \hline 5EC \end{array}$$

العملية الاولى (الخطوتان ١ و ٢)

$$\begin{array}{r} 734 \\ -275 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7212 \\ 734 \\ -275 \\ \hline 7 \end{array}$$

العملية الثانية

$$\begin{array}{r} 10 \\ 6212 \\ 734 \\ -275 \\ \hline 37 \end{array}$$



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطرقيات

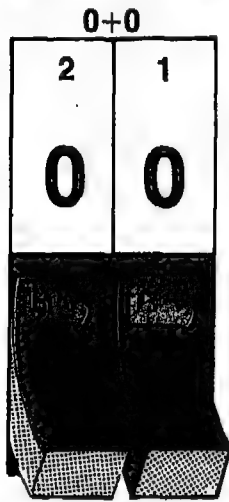
عرضنا في أربعة فصول سابقة للغة الرقمية الثنائية باعتبارها اللغة التي يفهمها الكمبيوتر. فشرحنا أولاً النظام الثنائي ومن ثم النظامين الثنائي والست عشري المتفرعين عنه. ثم عرضنا لقواعد التحويل من الأنظمة الأربعة: العشري والثنائي والست عشري. وأخيراً، عرضنا لقواعد الجمع والطرح في هذه الأنظمة. وفي هذا الفصل سوف نُفسر كيف تُترجم اللغة الرقمية الثنائية عملياً إلى لغة يفهمها الكمبيوتر، أي كيف تتحول اللغة الرقمية إلى لغة ثنائية إلكترونية.

الفصل الحادي عشر اللغة الثنائية الإلكترونية

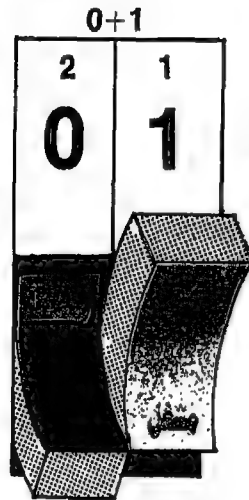
الفصل الحادي عشر

اللغة الثنائية

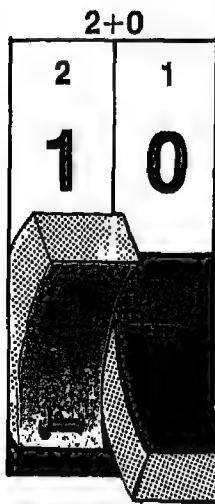
توجد داخل كل كمبيوتر ملايين البدالات التي تخزن الطاقة الكهربائية وتنظم سرعتها عبر الدارات الكهربائية. ولأن البدالات ذات طبيعة ثنائية فهي دائماً في إحدى وضعيتين: إما مشغلة أو مطفأة. وكل وضعية من هاتين الوضعيتين توازي قيمة رقمية. فحينما تكون في وضعية تشغيل فإنها تمثل الرقم الاصبعي الثنائي «واحد» وهي الوضعية التي يكون فيها التيار مخزنًا أو مرسلًا عبر الدارة. وحينما تكون في وضعية إطفاء فهي تمثل الرقم الاصبعي الثنائي «صفر» أي الوضعية التي لا يكون فيها أي تيار مخزنًا أو مرسلًا.



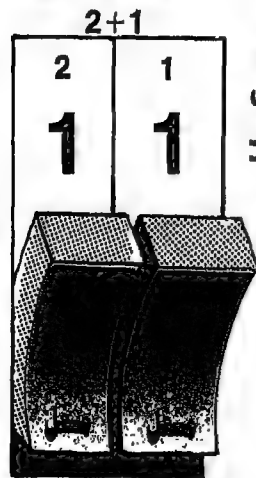
المقابل
العشري
= 0



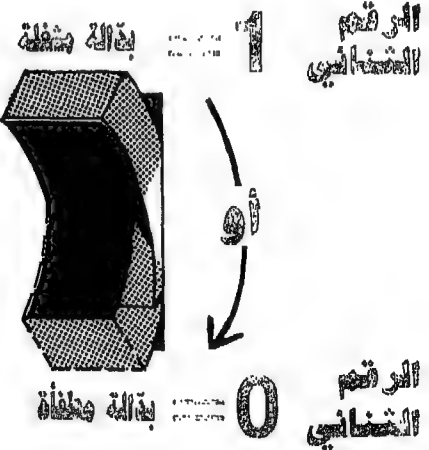
المقابل
العشري
= 1



المقابل
العشري
= 2



المقابل
العشري
= 3



وهذا يعني أن:

بدالة واحدة تبعث رمزين ثنائيين
وبدالتان تبعثان ب ٤ رموز ثنائية.

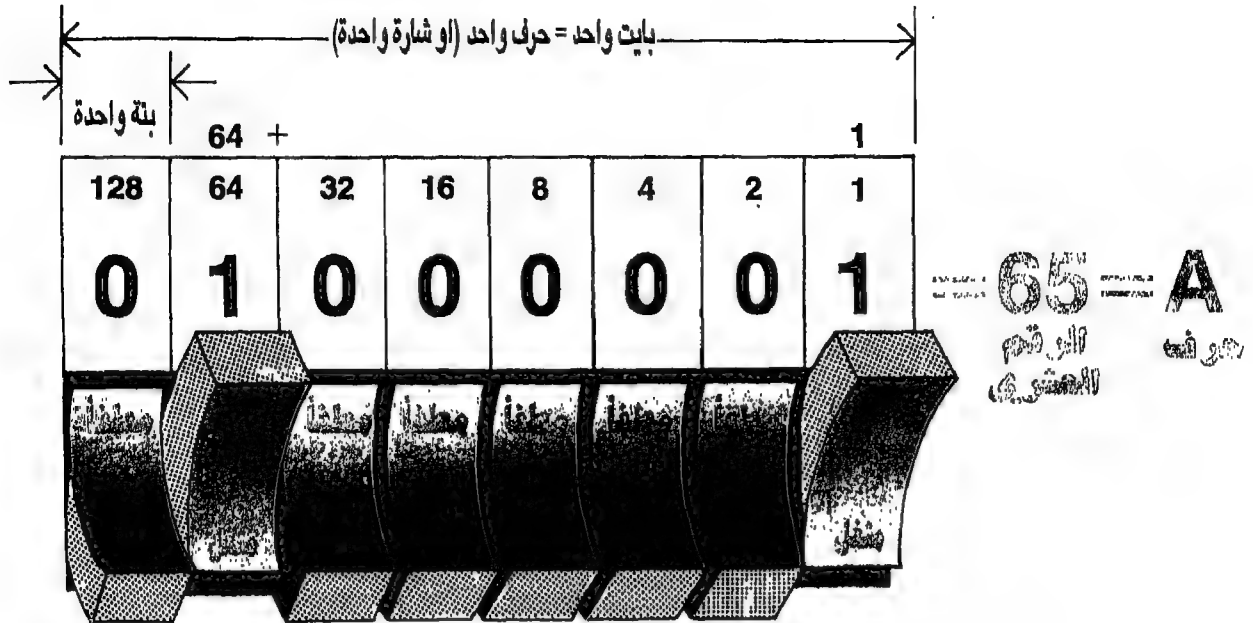
وكما زدنا البدالات كلما أمكننا إرسال المزيد من الرموز الثنائية. ذلك أن عدد هذه الرموز يتضاعف مع كل بدالة جديدة. أي أن: ٣ بدالات ترسل ٨ رموز ثنائية. ٤ بدالات ترسل ١٦ رموز ثنائية. وهكذا دواليك.

كما هو مبين في الشكل اللاحق

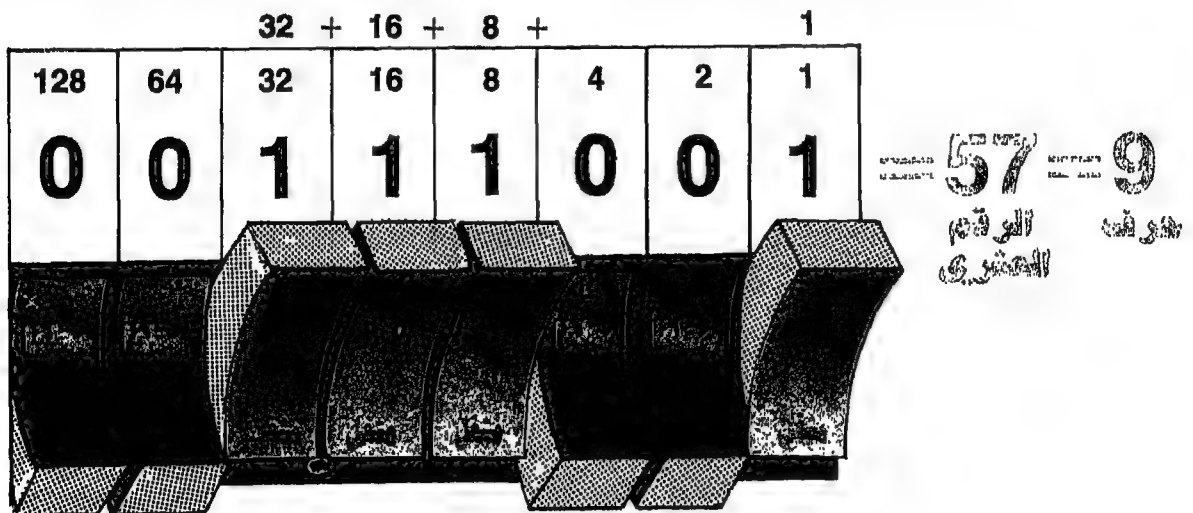
تحويل الأحرف الى اشارات

جداول تحويلية يعبر فيها بالأرقام الثنائية صفر وواحد عن كل رقم عشري أو كل حرف أبجدي أو شكل رمزي يمكن أن نستعمله. والمثال التالي يبين لنا كيف نستطيع أن نعبر عن الحرف A والذي يساوي ٦٥ في النظام الرقمي العشري باللغة الثنائية الإلكترونية.

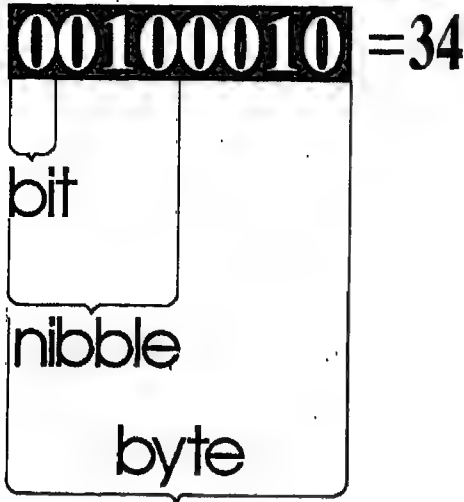
حينما نضغط على مفتاح في لوحة المفاتيح التابعة لجهاز الكمبيوتر فإن مجموعة مكونة من ثمانية بدالات تبعث برسالة مؤلفة من ٨ بتات (أو بايتا واحدا) لتجري معالجتها في وحدة المعالجة المركزية. هذه الرسالة تمثل المفتاح الذي ضغطنا عليه. ولما كانت لوحة المفاتيح تمثل أرقاما وأحرفا أبجدية وأشكالاً رمزية فقد وضعت



أما المثال التالي فيبين لنا كيف نستطيع أن نعبر عن الرقم ٩ في النظام الثنائي والمساوي ٥٧ في النظام الرقمي العشري باللغة الثنائية الإلكترونية.



الرقم العشري



جدول وحدات التخزين

حدّد الرياضي «كلود شانون» اصفر وحدة معلومات في اللغة الثنائية بـ «البتة» (Binary Digit/Bit) وكل ثمانية بتات تشكل وحدة تُطلق عليها تسمية البايت (Byte). والبعض يستعمل وحدة مؤلفة من ٤ بتات يُطلق عليها تسمية «نيل» (Nibble) ومعناها الحرفي القضة. ولما كان البايت يتألف من ثمانية بتات، فمعنى ذلك انه مساو لحرف. فاذا كان لدينا نص للمعالجة مكوّن من ألف حرف فمعنى ذلك انه يتألف من ألف بايت او اربعة آلاف «نيل» او ثمانية آلاف بتة. وهناك كمبيوترات تعالج النصوص بوحدة اكبر من البايت يطلق عليها تسمية «كلمات».

٨ بتات = ١ بايت اي شارة واحدة (حرف واحد او رقم عشري واحد او رمز واحد).

١٠٢٤ بايت = ١ ك (كيلوبايت) = ١٠٢٤ شارة.

١٠٠٠ ك = ١ م (ميغابايت) = ١٠٢٤٠٠٠ شارة.

١٠٠٠ م = ١ غ (جيجابايت) = ١٠٢٤٠٠٠٠٠٠ شارة.

الاتصالات. هذه اللائحة يُطلق عليها اسم نظام أسكي المعايير لتبادل المعلومات. بموجب هذا النظام اختيرت الارقام العشرية لتمثل الحروف الابجدية والارقام والرموز والوظائف المستعملة في الكمبيوترات. وهي موضحة ادناه والى جانبها وضعت الارقام المعادلة لها في النظام الرقمي الثنائي وذلك بحسب النظام الترميزي الاميركي المعايير لتبادل المعلومات «أسكي» (ASCII-American Standard Code for Information Interchange)

نظام أسكي المعايير

معظم الرموز الثنائية ثمانية البتات نظرا الى ان الرمز الثماني البتات يساوي ٢ مرفوعة للقوة ٨ اي ٢٥٦ تركيبة مختلفة لاحاد واصفار. وهو عدد كاف نستطيع ان نعبر به عن جميع الحروف الابجدية والارقام والرموز التي نستعملها في اتصالاتنا والتي نطلق عليها اسم «شارات» الكترونية. وهكذا تتيج الرموز الثنائية المكونة من ثمانية «بتات» وضع لائحة بجميع الاحرف والارقام التي يمكن ان تستعمل في

16 Hex	8 Octal	10 Decimal	2 Binary	ASCII
18	030	024	00011000	CAN
19	031	025	00011001	EM
1A	032	026	00011010	SUB
1B	033	027	00011011	ESC
1C	034	028	00011100	FS
1D	035	029	00011101	GS
1E	036	030	00011110	RS
1F	037	031	00011111	US
20	040	032	00100000	space
21	041	033	00100001	!
22	042	034	00100010	"
23	043	035	00100011	#
24	044	036	00100100	\$
25	045	037	00100101	%
26	046	038	00100110	&
27	047	039	00100111	'
28	050	040	00101000	(
29	051	041	00101001)
2A	052	042	00101010	*
2B	053	043	00101011	+
2C	054	044	00101100	,
2D	055	045	00101101	-
2E	056	046	00101110	.
2F	057	047	00101111	/
30	060	048	00110000	0
31	061	049	00110001	1
32	062	050	00110010	2
33	063	051	00110011	3

طاقم رموز اسكي

16 Hex	8 Octal	10 Decimal	2 Binary	ASCII
00	000	000	00000000	NUL
01	001	001	00000001	SOH
02	002	002	00000010	STX
03	003	003	00000011	ETX
04	004	004	00000100	EOT
05	005	005	00000101	ENQ
06	006	006	00000110	ACK
07	007	007	00000111	BEL
08	010	008	00001000	BS
09	011	009	00001001	HT
0A	012	010	00001010	LF
0B	013	011	00001011	VT
0C	014	012	00001100	FF
0D	015	013	00001101	CR
0E	016	014	00001110	SO
0F	017	015	00001111	SI
10	020	016	00010000	DLE
11	021	017	00010001	DC1
12	022	018	00010010	DC2
13	023	019	00010011	DC3
14	024	020	00010100	DC4
15	025	021	00010101	NAK
16	026	022	00010110	SYN
17	027	023	00010111	ETB

16 Hex	8 Octal	10 Decimal	2 Binary	ASCII
5C	134	092	01011100	
5D	135	093	01011101	|
5E	136	094	01011110	l
5F	137	095	01011111	—
<hr/>				
60	140	096	01100000	
61	141	097	01100001	a
62	142	098	01100010	b
63	143	099	01100011	c
64	144	100	01100100	d
65	145	101	01100101	e
66	146	102	01100110	f
67	147	103	01100111	g
68	150	104	01101000	h
69	151	105	01101001	i
6A	152	106	01101010	j
6B	153	107	01101011	k
6C	154	108	01101100	l
6D	155	109	01101101	m
6E	156	110	01101110	n
6F	157	111	01101111	o
<hr/>				
70	160	112	01110000	p
71	161	113	01110001	q
72	162	114	01110010	r
73	163	115	01110011	s
74	164	116	01110100	t
75	165	117	01110101	u
76	166	118	01110110	v
77	167	119	01110111	w
78	170	120	01111000	x
79	171	121	01111001	y
7A	172	122	01111010	z
7B	173	123	01111011	{
7C	174	124	01111100	|
7D	175	125	01111101	}
7E	176	126	01111110	~
7F	177	127	01111111	DEL

16 Hex	8 Octal	10 Decimal	2 Binary	ASCII
34	064	052	00110100	4
35	065	053	00110101	5
36	066	054	00110110	6
37	067	055	00110111	7
38	070	056	00111000	8
39	071	057	00111001	9
3A	072	058	00111010	:
3B	073	059	00111011	:
3C	074	060	00111100	^
3D	075	061	00111101	=
3E	076	062	00111110	>
3F	077	063	00111111	?
<hr/>				
40	100	064	01000000	@
41	101	065	01000001	A
42	102	066	01000010	B
43	103	067	01000011	C
44	104	068	01000100	D
45	105	069	01000101	E
46	106	070	01000110	F
47	107	071	01000111	G
48	110	072	01001000	H
49	111	073	01001001	I
4A	112	074	01001010	J
4B	113	075	01001011	K
4C	114	076	01001100	L
4D	115	077	01001101	M
4E	116	078	01001110	N
4F	117	079	01001111	O
<hr/>				
50	120	080	01010000	P
51	121	081	01010001	Q
52	122	082	01010010	R
53	123	083	01010011	S
54	124	084	01010100	T
55	125	085	01010101	U
56	126	086	01010110	V
57	127	087	01010111	W
58	130	088	01011000	X
59	131	089	01011001	Y
5A	132	090	01011010	Z
5B	133	091	01011011	[

DC1 = direct control 1
 DC2 = direct control 2
 DC3 = direct control 3
 DC4 = direct control 4
 NAK = negative acknowledge
 SYN = synchronous idle
 ETB = end transmission block
 CAN = cancel
 EM = end of medium
 SUB = substitute
 ESC = escape
 FS = form separator
 GS = group separator
 RS = record separator
 US = unit separator
 SP = space

NUL = null
 SOH = start of heading
 STX = start of text
 ETX = end of text
 EOT = end of transmission
 ENQ = enquiry
 ACK = acknowledge
 BEL = bell
 BS = backspace
 HT = horizontal tab
 LF = line feed
 VT = vertical tab
 FF = form feed
 CR = carriage return
 SO = shift out
 SI = shift in
 DLE = data link escape

تفسير
 الرموز



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطرقيات

في الفصول الأربعة ما قبل الأخيرة استعرضنا اللغة الرقمية الثنائية التي يفهمها الكمبيوتر ويتعامل بواسطتها، ثم عرضنا في الفصل الأخير للغة الثنائية الإلكترونية، أي الكيفية التي يُترجم فيها الكمبيوتر عملياً، التعليقات الثنائية إلى إشارات إلكترونية ويُيَّز الصفر عن الواحد، ثم كيف يُيَّز حرفاً أبجدياً أو رقماً أو رمزاً عن غيره من خلال قواعد مُعايرة. وفي هذا الفصل نعرض لجانب هام وأساسي جداً في عمل الكمبيوتر وهو المنطق الكمبيوترى أي لمجموعة القواعد التي تُشكّل أساس العمليات الحسابية والمنطقية في الكمبيوتر.

المنطق الكمبيوترى ١\

الفصل الثاني عشر

الجبر البولي



العالم الرياضي «جورج بول» واضع نظام المنطق الرمزي الذي يعتبر من المحطات الهامة في الطريق إلى الكمبيوتر

في اوائل القرن التاسع عشر وضع العالم الرياضي البريطاني جورج بول، والذي درس على نفسه، نظام المنطق الرمزي المعروف بالجبر البولي (Boolean Algebra) الذي يمكن تطبيقه على الأرقام والحروف والعبارات، كما ويسمح بتشفير الفرضيات، أي العبارات التي يمكن اثبات صحتها أو خطئها، بلغة رمزية ومن ثم التعامل معها كما ولو كانت أرقاماً.

اهم العمليات الاساسية في الجبر البولي ثلاث:

و (AND)، او (OR)، لا (NOT). وهي تكفي للجمع والطرح والضرب والقسمة بل ولقارنة الأرقام والرموز مع بعضها البعض.

اضافة الى هذه العمليات الثلاث يُوجد في الجبر البولي ما يُعرف بـ «البوابات المنطقية» (Logic Gates) وهي معابر بيانات ثنائية تعالج نوعين فقط من الكيانات المنطقية:

صح ام خطأ، نعم ام لا، مفتوح ام مغلق، صفر ام واحد.

فإذا عمدنا الى ترتيب الوف البدالات الالكترونية الدقيقة التي تتضمنها الشرائح بحسب المنطق البولي فأنها تصبح بوابات منطقية قادرة على القيام بالعمليات الحسابية والمنطقية في الوقت نفسه.

البوابات المنطقية



حينما تجمع البوابات المنطقية بعضها الى بعض في تركيبات متنوعة فأنها تمكّن الكمبيوتر من ان يقوم باعماله بواسطة النبضات الالكترونية المشفرة والتي تعبر عن اللغة الرقمية الثنائية التي يستخدمها الكمبيوتر.

وكل بوابة منطقية تقبل «داخل» (Input) في شكل فولطات كهربائية عالية او منخفضة وتقيسها استنادا الى قواعد مقررة سلفا، وتصدر «خارج» منطقيا (Logical Output) واحدا، هو بدوره على شكل فولط كهربائي عال او منخفض. هذا الفولط الخارج يستطيع ان يمثل أيا من الوضعيات الثنائية التالية: نعم - لا، واحد - صفر، صح - خطأ.

ان بوابة و على سبيل المثال تعطي المعادل الثنائي للرقم ١ فقط اذا كان الداخل صح منطقيا. كما وان بعض البيانات يمكن ان تنتقل من موقع الى آخر وتستطيع ان تفعل ذلك فقط حينما تتلقى بوابة و إشارة صح على جميع خطوط الداخل المتصلة بها.

والقواعد التي تتحكم بسير البوابات المنطقية هي التي تمكنها من تنظيم حركة البيانات والتعليمات داخل الكمبيوتر.

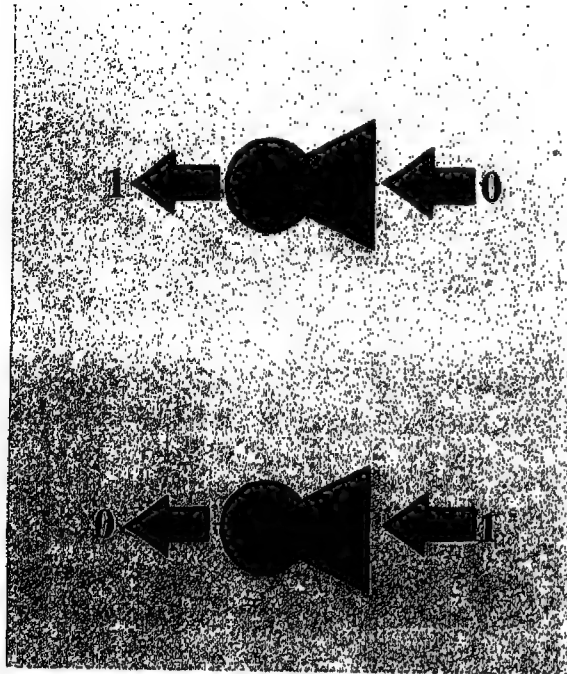
الرسوم الثلاثة المرفقة توضح طريقة تنفيذ عمل البوابات. اما الصورة في الصفحة المقابلة، فتمثل بوابة منطقية فعلية داخل الشريحة: الخطوط البيضاء «المنطقية» مصنوعة من الالومنيوم ومهمتها وصل الترانزستورات بباقي مكونات الدارة المدمجة (الصورة مكبرة ٣٩ مرة). اما الحجم الحقيقي للبوابة فهو النقطة الصغيرة البيضاء فوق البوابة.

الرسم (١)

تمثل البوابات المرسومة اعلاه بوابات و وهي منسقة على غرار عمل الدارات الكهربائية. ورغم ان كل بوابة هي موسومة بسهمي «داخل» فان بوابات و تستطيع، بالواقع، قبول «داخلين». ولكن، وعلى غرار جميع البوابات المنطقية، فانها لا تصدر الا خارج واحد.

والقاعدة الرئيسية التي تتحكم ببوابة و هي انها تمرر ما يعادل الرقم ١ الثنائي او فرضية صح المنطقية وذلك فقط عندما يكون جميع «الداخل» اليها من نوع صح. ويلاحظ ان البوابات الثلاث العليا تمرر صفر او فرضية خطأ المنطقية لانها لا تتلقى «كداخل» وحدها البوابة السفلى تمرر الرقم ١ او صح كخارج.

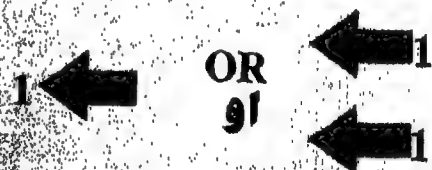
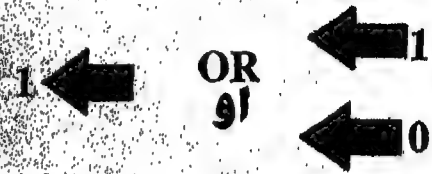
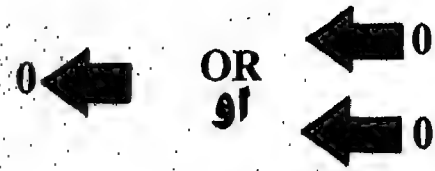
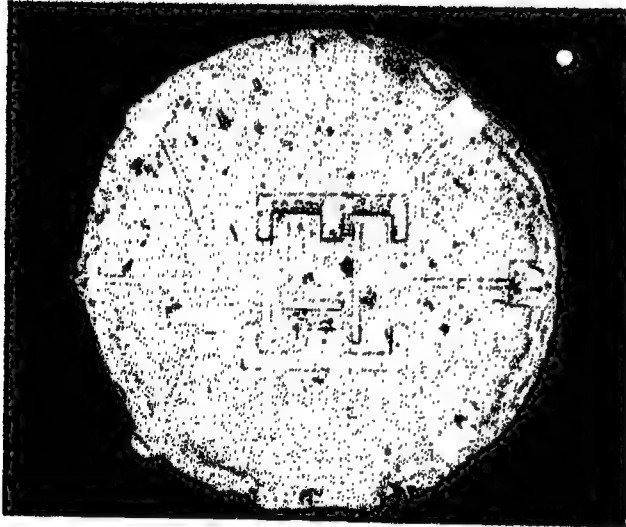
Copyright © 1994 by the American Institute of Physics



الرسم (٣)

تمتاز بوابة لا بأنها عاكسة، أي أنها تحول الإشارة إلى عكسها. ولذلك نلاحظ بأنها مرسومة على شكل سهم ينتهي رأسه بدائرة لتدوير النتائج، بخلاف لبوابات و و أو فإن بوابة لا تقبل داخلا واحدا فقط والذي يتم تحويله إلى نقيضه، أي من صفر إلى واحد أو من واحد إلى صفر.

وغالبا ما ترمز لبوابات أو مع بوابات و و أو لتشكيل بوابات مجببة هي بوابتي لا و (NAND أي Not AND) و لا أو (NOR أي Not Or) واللذان تستعملان لمعالجة الداخل بحسب قواعد و / أو ومن ثم عكس النتائج أوتوماتيكيا.



الرسم (٢)

الرسم أعلاه يمثل بوابات أو والتي تستطيع، على غرار بوابات و، أن تقبل أكثر من داخلين ولكنها لا تمرر إلا خارجا واحدا، على أنه لا بد من الإشارة إلى أن بوابات أو هي أقل دقة. فإذا تأملنا الرسم نلاحظ أن بوابة أو تمرر الرقم الثنائي ١ أو فرضية صح المنطقية إذا كان واحد فقط من الداخل يحمل فرضية صح. والمرة الوحيدة التي تمرر فيها بوابة أو صفر الثنائي أو فرضية خطأ المنطقية هي عندما يكون جميع «الداخل» خطأ.

مكونات البوابة المنطقية

كل كمبيوتر حديث أيا كان حجمه او عمله، يستخدم البوابات المنطقية للقيام بأعماله.

وتتألف البوابة المنطقية من عدة مكونات أبرزها الترانزيستورات، اي البدالات الالكترونية التي تعمل على اساس مشغل او مطلقا القادرة على تمرير التيار الكهربائي او إيقافه.

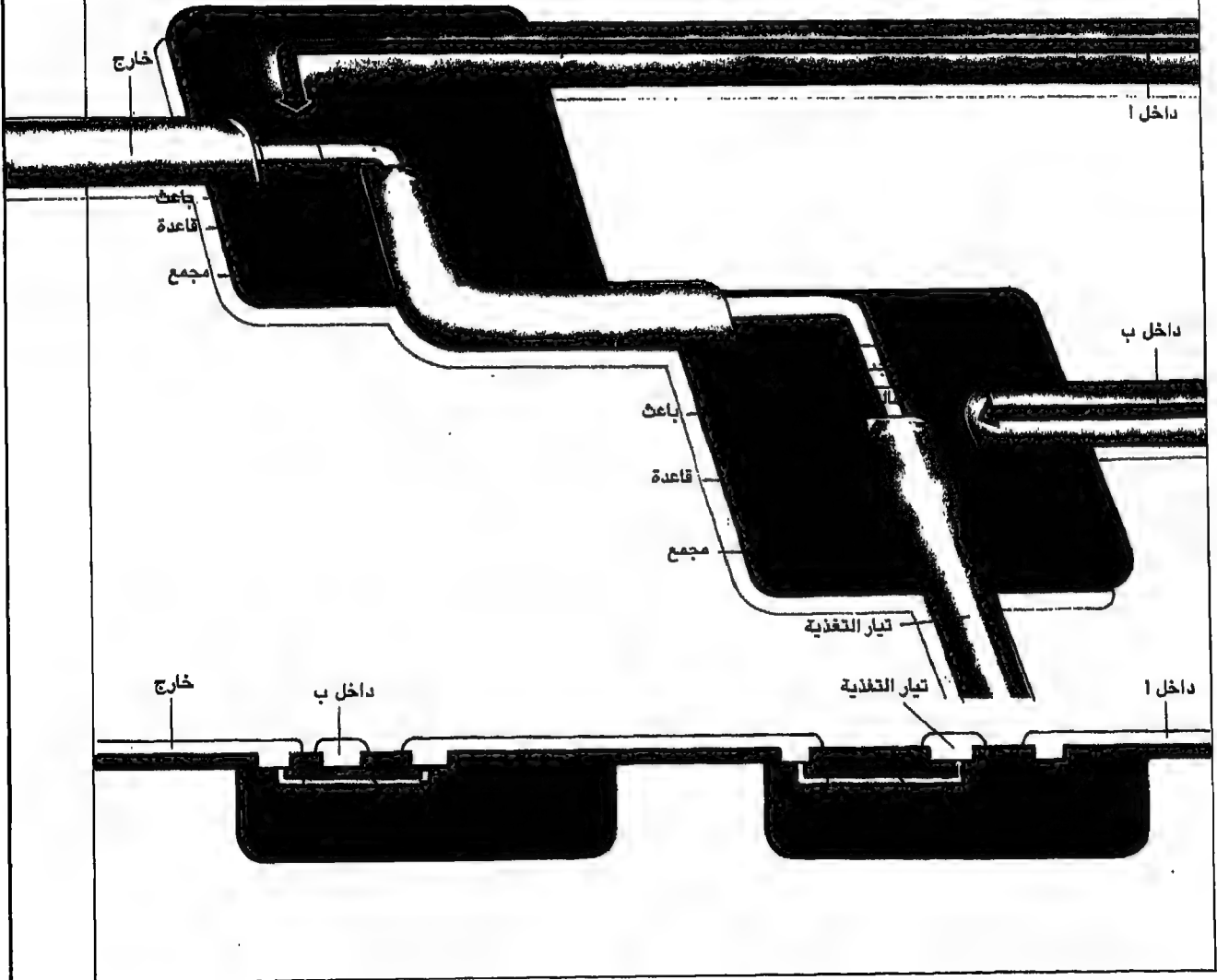
فاذا كانت البوابة من نوع لافان الترانزيستورات معدة بطريقة تجعلها تسمح بعملية ثالثة وهي تلقي التيار الخفيف مثلا وتحويله الى تيار قوي والعكس بالعكس، وإعادة ارسال التيار بعد تبديله.

والرسم أدناه يضم تصميمين للبوابة المنطقية احدهما مقطع عرضي (السفلي) والثاني مسطح (العلوي). كلاهما يبينان كيف تبدو البوابة المنطقية من الداخل وكيف تتصل

البوابة الواحدة بالآخرى لتمرير الإشارة التي تردّها من شقيقتها.

والبوابتان المرسومتان هما بوابتا و وكل واحدة منهما مهيّنة لتمرير التيار فقط في الحالة التي يكون فيها التيار مرتفعا في كل الاشارات الكهربائية التي تدخل البوابة. فعندما تعبر النبضات الكهربائية من بوابة الى اخرى، فانها تشغل الترانزيستورات عن طريق تمرير التيار بين الباعث (Emitter) والمجمع (Collector). وتكون النتيجة استمرار مرور التيار من بوابة الى اخرى في الدارة.

ويمثل اللون الاخضر التيار واتجاهه، في حين يمثل السهمان الاحمران مصدرين مستقلين لاشارات كهربائية مرتفعة يؤديان بالترانزيستورات الى تمرير التيار عبر البوابة. ولو كان احد السهمين او كلاهما منخفض الشدة لكان مرور التيار قد توقف عن العبور.





ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات

في الفصل السابق باشرنا شرح المقصود من المنطق الكمبيوتر وعرضنا بصورة خاصة لمفهوم الجبر البولي والبوابات المنطقية وكيفية عملها وتصميمها. وفي هذا الفصل نتابع شرح المنطق الكمبيوتر متناولين طريقة ربط البوابات بعضها ببعض بقصد القيام بالعمليات الحسابية.

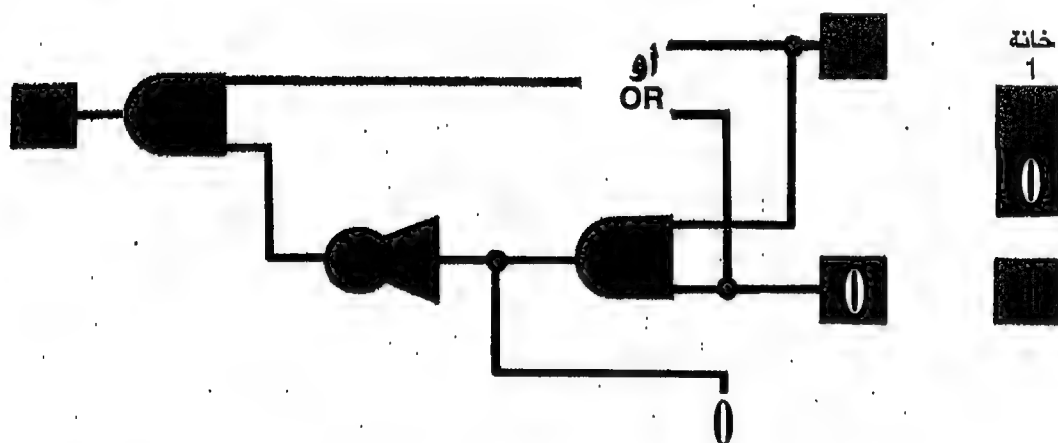
الفصل الثالث عشر المنطق الكمبيوتر ٢

ربط البوابات المنطقية ببعضها

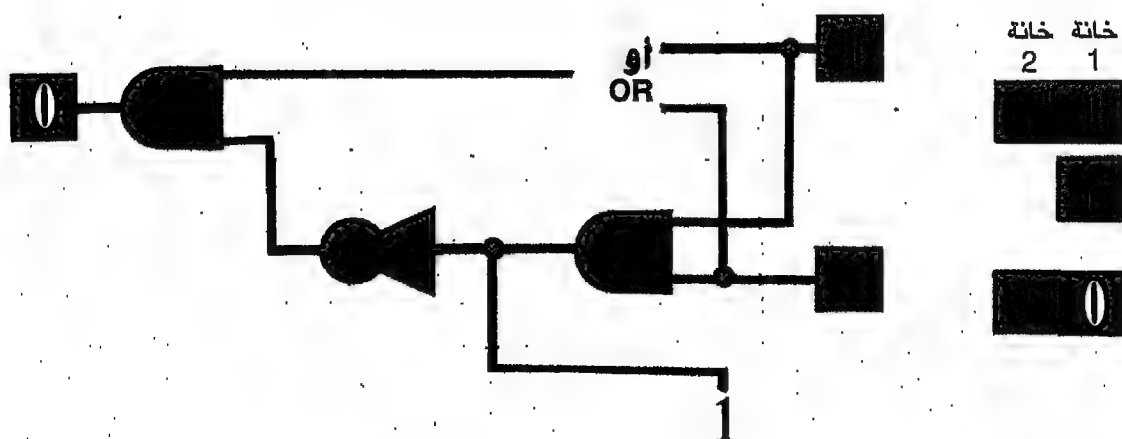
هذان النوعان من الدارات يمكنان الكمبيوتر من القيام بعمليات الجمع الثنائية. ثم، وبقليل من التعديل، يسمحان كذلك بالطرح والضرب والقسمة.
والنوع الايسر بينهما هو بالطبع الجوامع النصفية التي تستطيع جمع رقمين إصبعيين (Digits) ثنائيين، واظهار النتيجة مع أي رصيد قد يتبقى. ولكنها لا تستطيع التعامل مع

النتيجة صفحة ٢٤

يمكن ربط البوابات المنطقية و، أو، لا ببعضها البعض لتشكيل نوعين من الدارات الالكترونية والتي يطلق عليها اسم جوامع نصفية (Half-Adders) وجوامع كلية (Full-Adders) على التوالي.



الرسم رقم ١



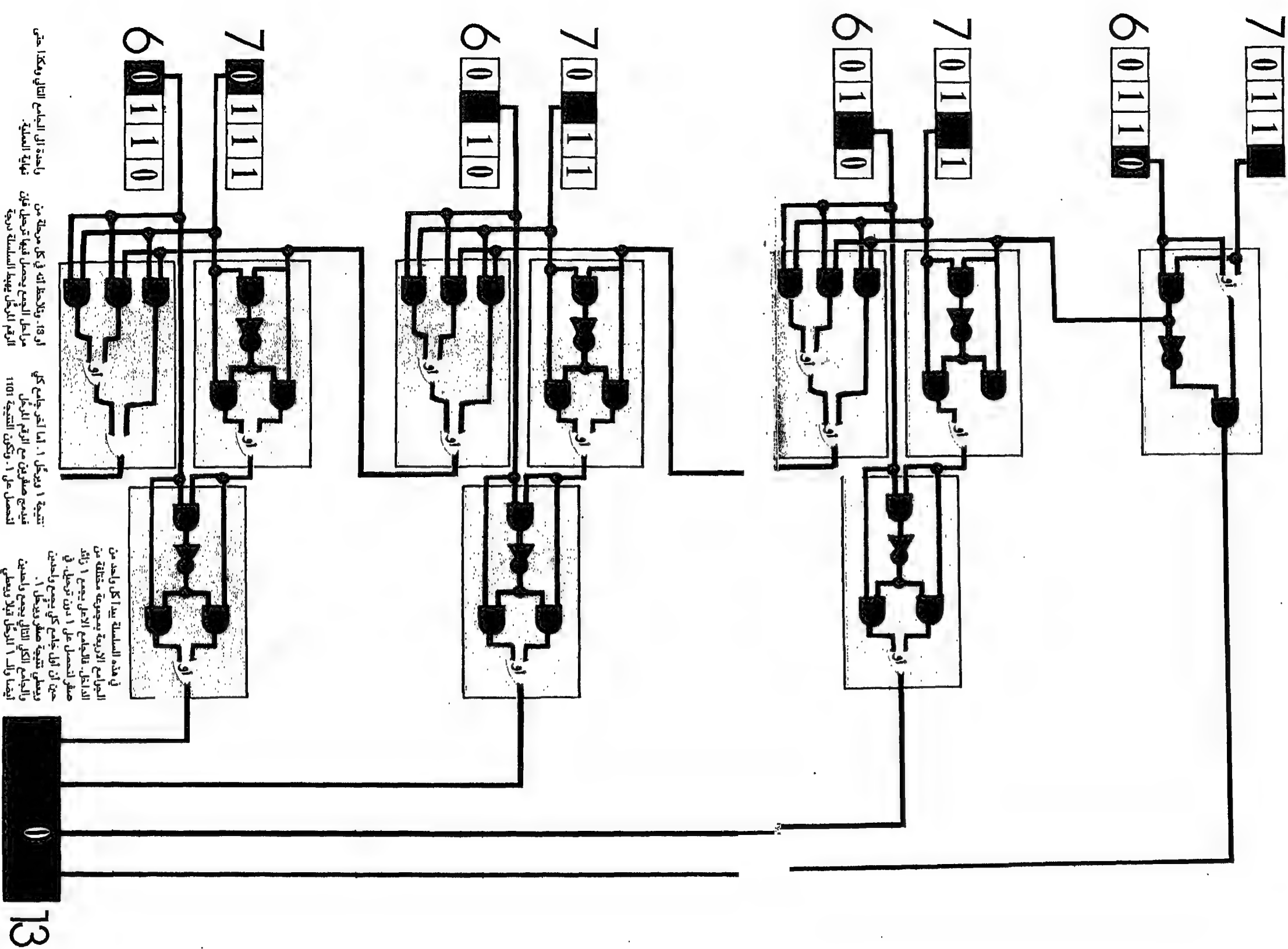
الرسم رقم ٢

الجوامع المنطقية

وكما أن البرابات المنطقية تجتمع لتشكيل جوامع، فيالامكان كذلك ربط الجوامع المنفردة بعضها الى البعض الاخر لتشكيل ما يسمى جامع مسلسل (Cascading Adder) وهو أسلوب يعتمد جامعا واحدا لكل زوج من البتات في مسألة ما. في النموذج أدناه لدينا رقمان كل منهما مؤلف من ٤ بتات يتم جمعهما بواسطة مسلسل مؤلف من ٤ جوامع. أولها جامع نصفى لادنى البتات رتبة والتي يمكن جمعها من دون ترحيل. والثلاثة الباقية هي جوامع كاملة. مثل هذه السلاسل يمكن تمديدتها وإطالتها حسب الحاجة ويقدر ما يسمح للنظام المختار للعمل بقولها وحلها.

خانة	خانة	خانة	خانة
8	4	2	1
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

مما لا شك فيه أن جمع أرقام ثنائية وعشرية مختلفة يعطي نتائج مختلفة بما في ذلك أرقام مرحلة من خانة الى اخره، ونظرا أن 7 تساهلي الرقم الثنائي 0111 و 6 تساهلي الرقم الثنائي 0110 فإن مجموع 6+7 يساهلي 13 ومثله الثاني هو مجموع 0110+0111 أي الثاني 1101.



تمرر فولطا كهربائيا عاليا او الرقم الثنائي ١. وأما اللون الاسود، فيمثل الاسلاك التي تمرر فولطا كهربائيا منخفض الرقم صفر الثنائي. اما نقاط تقاطع الاسلاك، حيث يتم ت التيار الوارد من داخل ما الى بوابتين أخرتين او أكثر، فما بالاسود.

رقم اصبعي ثالث مرّجل من رصيد لعملية سابقة. ولهذا فإن استعمالها يقتصر على الجمع في الخانات (الاعمدة) الاولى فقط من سلسلة جمع منطقية لا يتبقى فيها ارقام للترحيل الى خانات ثالثة.

بالمقابل فإن الجوامع الكلية تستطيع أن تتعامل مع رقمين اصبعيين وترحيل ما يتبقى لاستعماله في أي مكان آخر من السلسلة.

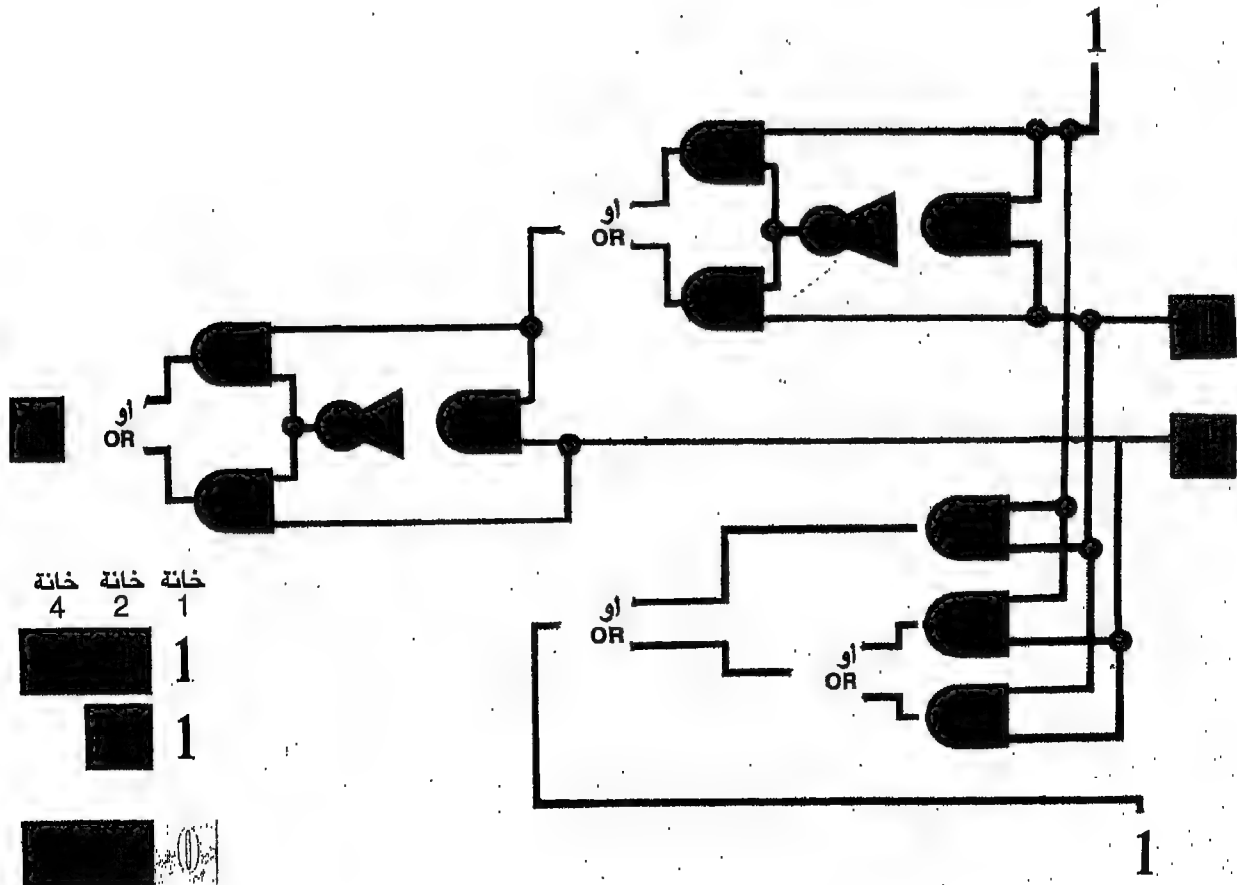
ولا يوجد هناك نسق واحد محدد للعناصر المنطقية التي تشكل هذه الدارات، بل هناك ترتيبات مختلفة لتشكيل البوابات. (والجدير بالذكر أن بوابة أو كافية بحد ذاتها للقيام بثلاثة أرباع المهام المطلوبة من جامع نصفي نظرا الى أنها تمرر صفر عندما يكون الداخلان صفر أو ١ فقط عندما يكون أحد الداخلين ١. لكن، وليسوء الحظ، فإن بوابة أو، التي تمرر ١ عندما يكون أحد الداخلين ١، تعطي أيضا ١ عندما يكون الداخلان ١، وليس صفر كما لو أنها عملية جمع في النظام الثنائي، حيث داخلان ١ ينتجان صفر، ثم ١ للترحيل). والواقع أنه يكفي أن يعطينا الترتيب الذي اخترناه للبوابات الرقم ١ أو صفر وذلك حسب مقتضى الحال لاجراء جميع المهام الحسابية والمنطقية المطلوبة.

والرسوم الثلاثة (١ و ٢ و ٣) المنشوران على صفحة ٣١ والرسوم (٣) المنشوران هنا تبين أبسط انواع المخططات المعتمدة للبوابات وأقلها تعقيدا. وتمثل الخطوط الحمر الاسلاك التي

الرسم رقم ٣

الرسم (٣)
نحتاج الى جامع كلي لمعالجة عمليات الجمع التي تحوي ارقام. في المثال التالي جرى ترتيب البوابات في ثلاث وحدات مستقلة بقصد إيضاح أسلوب عملها. تتو الوحدة العليا معالجة الأرقام المر وأرقام الـ ١ التي تشكل داخلا وتعطي صفر، والذي يمر بدوره الوحدة الأخيرة (الجانبية) لتعالج مع الداخلة الأخر وتعطي الرقم ١ كنتيجة. أما الوحدة السفلى فتعالج كلا أرقام الداخلة والأرقام المرحلة لا: الرقم ١ والذي يمر بدوره الى خط الترحيل.

الرسمان (١ و ٢) منشوران على ص ٣١
جامعان تصفيان كل منهما مؤلف من بوابة أو و يوضحان كيف يتم جمع رقمين اصبعيين ثنائيين. النموذج الأعلى يمرر التيار من داخليين أحدهما صفر والاخر ١ عبر بوابتي أو وبوابة و الأولى. تمرر بوابة أو الرقم ١ الى بوابة و فتعطي الأخيرة صفر. عندئذ تتولى بوابة لا عكس الصفر الى ١ والذي يلتئم مع ١ المعطى قبلا من بوابة أو ليصيرا داخلا في بوابة و الثانية فتعطينا هذه نتيجة ١ دون أية بقية. أما الجامع السفلي فيتبع الاجراءات نفسها لجمع ١ مع ١ ويبقى ١ للترحيل.

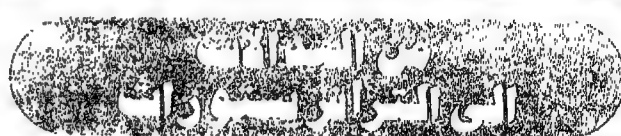




ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	البوابات	التأهيل	الطريفات

ذكرنا في الفصل ما قبل الأخير أن للجبر البولي ثلاث عمليات أساسية وهي، و، أو، لا،
تُستعمل للجمع والطرح والضرب والقسمة وكذلك لمقارنة الأرقام والرموز بعضها ببعض،
وشرحنا طريقة عمل الجبر البولي وخاصة «البوابات المنطقية»، كما ذكرنا أن الجبر البولي يسمح
بالتعامل مع الفرضيات المنطقية أي العبارات التي يُحتمل أن تكون إما صحيحة وإما خاطئة. وفي
هذا الفصل نُبين كيف تتم معالجة الفرضيات المنطقية على نحو رقمي ثنائي.

الفصل الرابع عشر الدارات الشائبة ١



في النظام الإلكتروني الثنائي توجد، كما عرضنا مراراً، حالتان لا ثالث لهما
يتعامل معهما الكمبيوتر وهما في مختلف أحوالهما إما «مفتوح أم مغلق» أو «صحيح
أم خطأ» أو «نعم أم لا» أو «واحد أم صفر».

فعندما نريد التعامل مع الفرضيات المنطقية فإننا نعتمد فرضيتي صح أم خطأ.
فإما تكون الفرضية صحيحة أم خاطئة ولا يوجد حل وسط، أي لا يوجد نصف
صحيح ولا نصف خطأ. ولا ثلاثة أرباع صحيح ولا ربع خطأ. والبدالة هي إما
مفتوحة أو مغلقة، أي إما ١ أو صفر.

لذلك فعندما تكون العبارة أو الفرضية صحيحة فإننا نقول إن قيمتها واحد وإذا
كانت خاطئة فنقول إن قيمتها صفر. وعلى سبيل المثال إذا قلنا إن «الماء رطب»
نستطيع أن نعبر عن ذلك بما يلي: ١ = الماء رطب. ولما كانت هذه الفرضية
صحيحة أي أن الماء هو رطب حقاً، فإننا نكتب الفرضية على الشكل التالي: ١ = ١.
[ينبغي أن نلاحظ هنا أن ١ لا يعني نصف ٢ أو ثلث ٢ بل كياناً واحداً غير قابل
للتجزئة ويمثل قيمة منطقية للفرضية الصحيحة].

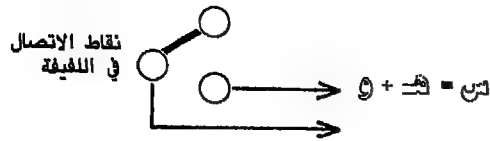
وإذا قلنا إن «الثلج أسود» نعبر عن هذه العبارة بما يلي: ب = الثلج الأسود.
ولما كانت هذه الفرضية غير صحيحة فإننا ندونها على الشكل التالي: ب = صفر.
وعندها تكون لدينا فرضيتان ١ = ١ و ب = صفر وبالتالي تكون عندنا قيمتان لا
ثالث لهما: الواحد والصفر.

وإذا تقدّمنا مرحلة إلى الامام طرح السؤال التالي: هل صحيح أم خطأ القول
بأن الماء رطب والثلج أسود. إن مثل هذا السؤال هو لفرضية مدمجة. وكى نحصل
على نتيجة صحيحة لمثل هذه العبارة المدمجة (١ب) ينبغي أن يكون الجواب ١.
ولكننا نعرف أنه في حين أن ١ = ١ فإن ب = صفر. إذن فإن ١ب = صفر. ومعنى
ذلك أن الفرضية غير صحيحة.

ولكننا إذا أدخلنا عنصر أو فإنه يوفر لنا مجالاً للتعاطي مع هذه الفرضية
الدمجة بصورة مختلفة. عندها نستطيع أن ندمج العبارتين والخروج بجواب
صحيح. كيف؟ نقول إذا كانت إحدى العبارتين ١ أو ب صحيحة فالعبارة إذا
صحيحة مثلاً «إذا كان الماء رطباً أو الثلج أسوداً فعندها أرندني الحذاء». ولذلك
فإن أو توفر مجالاً واسعاً للتحليل المنطقي.

وهناك نوعان من أو. الأول نوع يطلق عليه «أو الضمنية» (Inclusive)
(OR) والذي يمكننا من وصل عبارتين. فإذا كان أي من العبارتين أو كلاهما
صحيحاً فالعبارة صحيحة. وهكذا فإن ١ أو ب = ١ إذا كان ١ = ١ أم ب = ١ أو
كلاهما = ١. في الجبر البولي نكتب ١ أو ب على الشكل التالي: ١+ب
[وإشارة + هنا لا علاقة لها بمفهوم زائد في الرياضيات].

وأما النوع الثاني من أو فهو النوع المعروف بـ «أو الحاصرة» (Exclusive)

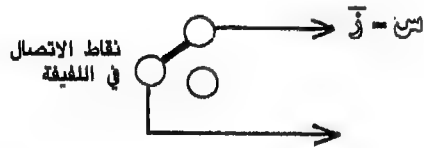
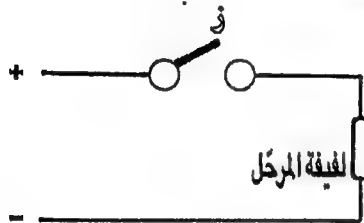


جدول الصحة

هـ	و	س = هـ + و
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

الرسم رقم (٣) يفسر طريقة عمل لا النافية فنلاحظ أنها تقوم بالفعل بعملية تحويل أو قلب، أي تحويل الواحد إلى صفر والعكس بالعكس لذلك فالأصح أن يطلق عليها لا العاكسة. ويبين جدول الصحة احتمالات العكس. وهناك حالات عديدة تنشأ فيها الحاجة إلى عكس وظيفة ما إلى ما يقابلها. في هذه الحالة نقول أنه إذا كانت $1 = 1$ فإن 1 ينبغي أن تساوي صفرًا نظرًا إلى أن الواحد والصفر هما القيمتان الصحيحتان المسموح التعامل بهما. لذلك فإذا كان صحيحًا القول بأن «الماء رطب» فإن «ليس صحيحًا القول بأن الماء ليس رطبًا». وكلتاهما عبارتان صحيحتان.

رسم رقم ٣ | بوابة لا



جدول الصحة

ف	س
0	1
1	0

تطور البدالة

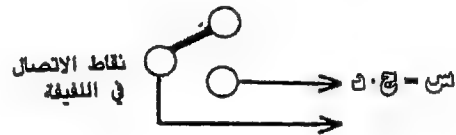
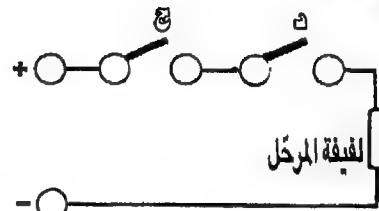
كانت البدالة في أول عهدها تعتمد على مرّحل (Relay) كهرومغناطيسي. ولذلك كانت بطيئة. وقد أدى ذلك، إلى جانب حجمها الكبير وسهولة عطبها وتوليدها العالي للحرارة، إلى البحث عن بدالة أفضل. فقد كان الكمبيوتر «إينياك» (ENIAC)، وهو أول كمبيوتر، يولد حرارة شديدة بسبب كثرة بدالاته المصنوعة من الانابيب

(OR) وتكتب معادلته على الشكل التالي: $1 \oplus 1$. وتستعمل أو الحاصرة في الحالات التي تكون فيها عبارة واحدة من العبارتين فقط صحيحة لا الاثنان معاً. إلى جانب و و أو هناك أيضاً لا. هذه الأخيرة تستعمل للنفي ويصح أن نطلق عليها لا النافية. نقول مثلاً «صمام الأمان هو لا مغلّق» إم أن «المخزن لا مغلّق». ويرمز إلى لا النافية بالحرف الذي يمثلها وفوقه «مُدَّة» مثل أ تصبح آ. ولننتقل الآن إلى بعض الرسوم التوضيحية:

الرسم رقم (١) يشير إلى بدالتين ج و د تعملان على بوابة و حيث ج تعني أن «صمام الأمان مغلّق» و د تعني «الخزان مغلّق». وعلينا في هذا المثال تفريغ محتويات الخزان شرط أن يظل صمام الأمان مغلّقاً ويكون الخزان ممتلئاً أي ينبغي أن يكون ج = ١ و د = ١. وهناك بوابة س عند نقطتي اتصال تتغلّقان وفق معادلة قوامها س = ج. د. أي أنه عندما تتغلّق ج و د تتغلّق س. فما هي احتمالات تفريغ الخزان؟

والجدول أدناه المعروف بجدول الصحة (Truth Table) يوضح الاحتمالات، كما يوضح الرسم تركيب الدارة الكهربائية.

رسم رقم ١ | بوابة و

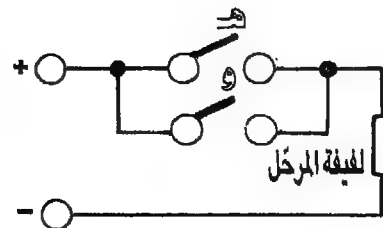


جدول الصحة

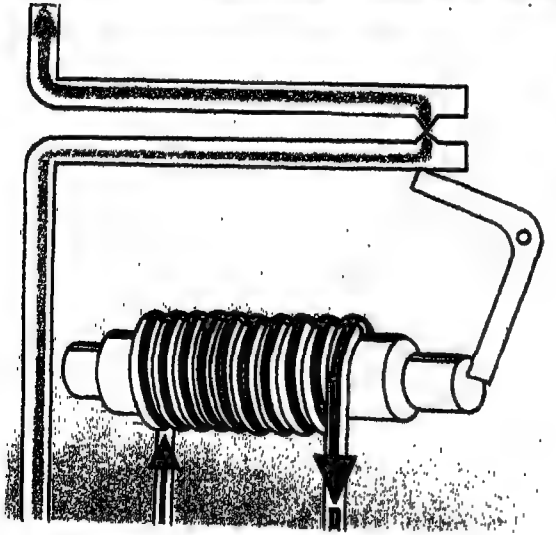
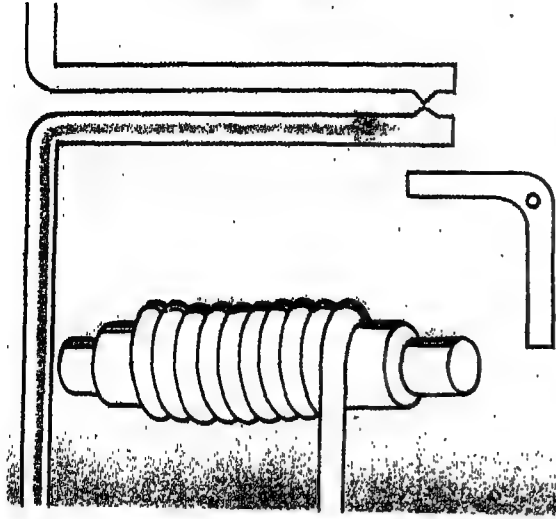
ج	د	س = ج. د
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

الرسم رقم (٢) يفسر طريقة عمل بدالة أو حيث يمكن أن نباشر بالعملية عندما تكون أ أو ب أو كلاهما مساويين لـ ١. وبدوره فإن جدول الصحة يبين احتمالات ذلك.

رسم رقم ٢ | بوابة أو



المحول الكهر ميكانيكي (Electromechanical Relay Switch)



اعتمدت الكمبيوترات التجريبية الأولى - مثل «مارك ١» (Mark 1) - بدالات قوامها محول كهربائي ميكانيكي من النوع الذي كان واسع الأسرار في الصناعات الهاتفية. فحينما كانت البدالة مفتوحة (فوق) كان التيار ينقطع. ولكن حينما كان تيار خفيف يمر عبر السلك الملفف حول قضيب من الحديد (تحت) فإن تياراً مغناطيسياً يتولد ويجذب أحد طرفي محور زاوي الشكل فيضغط الطرف الآخر للمحور على نقطتي اتصال مغلقتاً بذلك الدارة الكهربائية وينتجاً المجال لعبور التيار.

المرحل Relay في الراديو يستعمل لإعادة البث الإذاعي. والمرحل في الاتصالات يستعمل لتعريفه إشارات الاتصال من واحدة إلى أخرى، والمرحل في الكهرباء يستعمل لوصل أو قطع اتصال أو أكثر في الدارة.

المفرغة إلى درجة أنه كان يلزم تبريد المكان بالمراوح باستمرار. ومع ذلك فقد كانت حرارة الغرفة ترتفع إلى ٤٩ درجة مئوية. وقد وجد الخبراء ضالتهم في بدالات مصنوعة من مواد موصلية جزئياً يطلق عليها ترانزستورات. وفي دقيقة الحجم طفيفة الوزن ورخيصة الثمن. والأهم أن ليست فيها أية أجزاء متحركة قابلة للعطب مما يجعلها تخدم مدى الحياة إذا ما وضعت ضمن دارات حسنة التصميم. هذه الترانزستورات تمتاز كذلك بقدرتها الكبيرة على التبديل (Switching) وذلك بمعدل ألف مليون مرة في الثانية الواحدة. وبالنظر إلى صغر حجمها فإن مئات منها يمكن أن تدمج في دارات صغيرة الحجم. ولإعطاء فكرة عن صغر حجمها فإن الخبراء يستطيعون أن يجمعوا كل الدارات الكهربائية للكمبيوتر «إينياك» والتي كانت تتألف من ١٧,٤٦٨ أنبوباً مفرغاً وتستهلك مساحات شاسعة في رفعة لا تتعدى ورقة اللعب.

والبدالة المثالية هي تلك التي تمتاز بدرجة مقاومة للتيار الكهربائي بين قطبيها لا تتعدى حدود الصفر (أي صفر مقاومة) حينما تكون في وضعية «مشغل»، ومقاومة قصوى لا نهائية حينما تكون في وضعية «مطفأ». وتستطيع في الوقت نفسه أن تتحول من وضعية «مطفأ» إلى «مشغل» والعكس بالعكس في صفر زمن. مثل هذه البدالة لا تبدد أية طاقة لأن التيار العابر فيها هو إما صفر عندما تكون البدالة «مطفأة» أو في حدود صفر فولت حينما تكون مشغلة. وهذا ما يوفره نسبياً الترانزستور الذي طرأ عليه أهم اختراعات القرن والذي يخضع حالياً لتجارب مكثفة لزيادة فعاليته على النحو الذي تحدثنا عنه. وفيما يلي أبرز المراحل التطورية للبدالة:

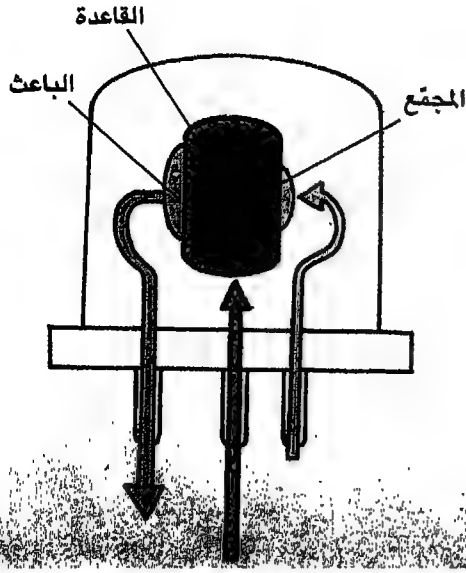
البدالة الميكانيكية

(Mechanical Turn Switch)



في القرن التاسع عشر، أي عشية ظهور الكمبيوتر، اعتمدت بدالة ميكانيكية تدار باليد ولا تزال تشكل الأساس النظري لجميع بدالات اليوم حتى الترانزستورية منها. فبحركة فتل بسيطة تنتقل البدالة الأساسية إلى اتجاه «مشغل» نتيجة اتصال المحور المعدني (اللون الأزرق) إلى اتجاه الدارة بين نقطتي الاتصال مما يتيح المجال للتيار (اللون البرتقالي) بالمرور.

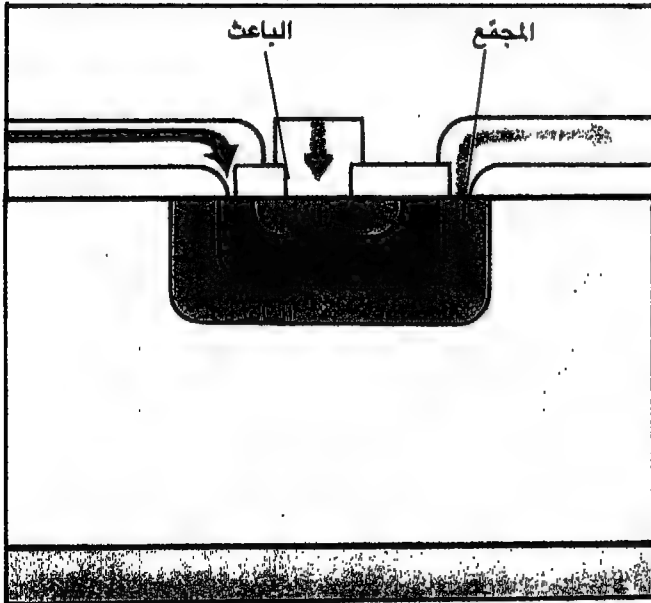
الانبوبة الالكترونية الثلاثية الصمامات | ١٩٠٦ | (Triode Electron Tube)



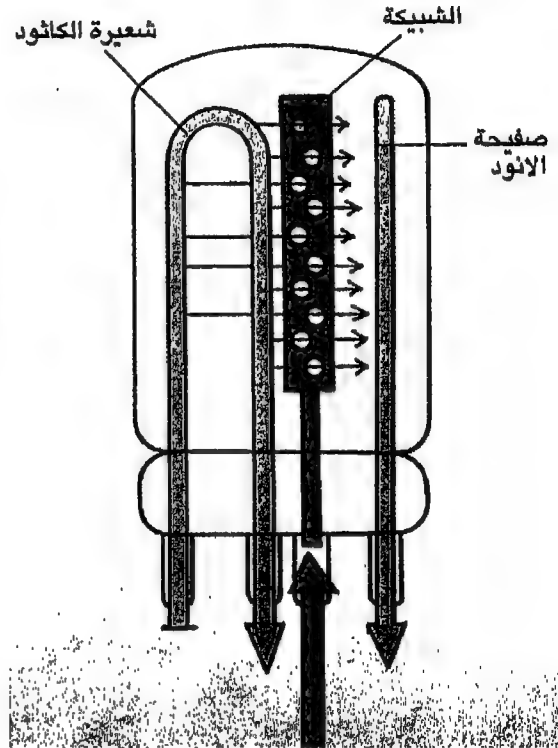
الى القاعدة تدفع بالالكترونات والثقوب إلى التحرك فتحمل الالكترونات التيار (اللون البرتقالي) من الباعث الى المجمع لتكتمل دورة الكهرباء.

الترانزستور المسطح | ١٩٥٩ | (Planar Transistor)

ترانزستور مماثل للترانزستور التقاطعي طوله لا يتعدى جزءاً من مئتين من البوصة، ويبدو في الصورة في مقطع عرضي، أما مبدأ عمله فهو قيام شحنة موجبة مرسله الى القاعدة بامرار التيار من الباعث الى المجمع. ويلاحظ أن هذا التصميم المسطح يسمح بوضع عشرات الترانزستورات جنباً إلى جنب مع المقاوم (Resistor) والمكثف (Capacitor) على الوجه نفسه لشريحة السيليكون.



عرف هذا النوع والمستهمل في أوائل القرن العشرين بالانابيب المفرغة وقد اعتمد للكمبيوترات الاولى التي نزلت الى السوق كإينياك. وكان يلزم الالوف من هذه الانابيب لعمل الكمبيوتر. أما مبدأ عملها فهو التالي: توجه شحنة موجبة إلى الشبكة (Grid)، وهي الصفيحة المعدنية المثقوبة، لتحفز الالكترونات المشحونة بالكهرباء السالبة الى الاندفاع بين انبوب الكاثود (Cathode) السالب المصنوع من شعيرة معدنية وانبوب الانود (Anode) الموجب المصنوع من صفيحة معدنية متمما الدارة ومتيحاً للتيار المرور. وحينما يتم شحن الانبوب بالكهرباء السالبة فإن الشبكة ترد الالكترونات فينقطع بذلك التيار.



الترانزستور التقاطعي | ١٩٤٨ | (Junction Transistor)

هو بدالة لا يزيد حجمها عن حبة البازيلا مما يعطينا فكرة عن التطور الكبير الذي بلغت صناعة البدالات. يشغل ويغط عن طريق تداخل ثلاث طبقات من الجرمانيوم وهو عنصر فلزي نادر تعالج كل طبقة منه معالجة خاصة لتقوم بإدائها المختلف. الباعث (Emitter) والمجمع (Collector) يعالجان ليحررا مزيداً من الالكترونات. أما القاعدة (Base) فتعالج كي توفر مزيداً من الثقوب أو حاملات الشحنات الموجبة. فحينما تصل شحنة موجبة (اللون الأزرق)



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الذاكرات	التأهيل	الطرقيات

بدأنا في الفصل السابق شرح الدارات الثنائية ودورها في الكمبيوتر القائم على معالجة الفرضيات المنطقية على نحو رقمي ثنائي؛ كما استعرضنا مختلف أنواعها وتطورها ابتداءً بالمرحل وانتهاءً بالترانزيستور المسطح الذي يُعتمد اليوم، وفي هذا الفصل نعرض الطريقة التي تعمل فيها البدالة الترانزيستورية ناقلة التيار من قطب إلى آخر مُحوّلة الصفر إلى واحد والمُطفأة إلى مُشغل في عملية محورية بالنسبة للكمبيوتر.

الفصل الخامس عشر الدارات الثنائية ٢

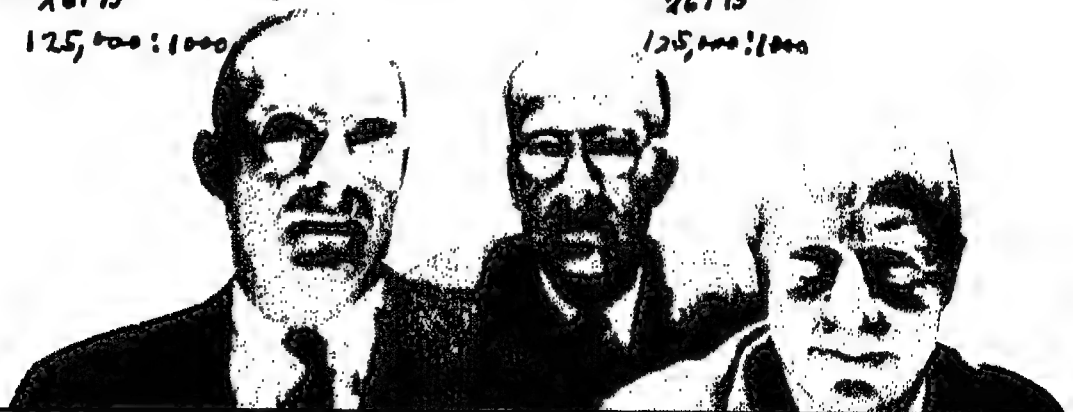
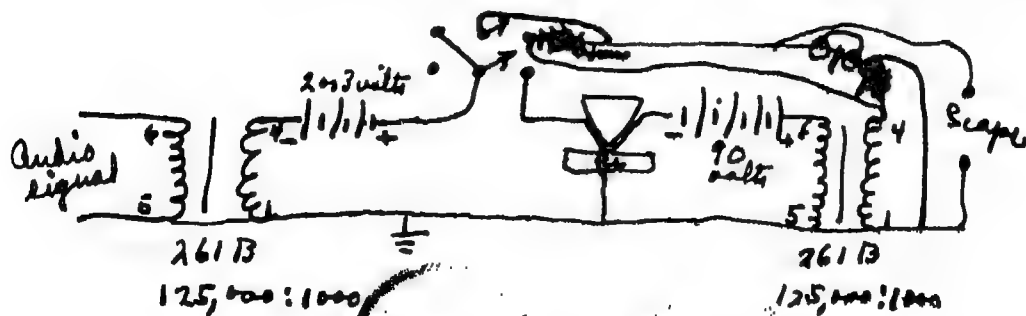
ورغم ان كمية الجرمانيوم التي يحتويها الترانزيستور لم تكن تتعدى ٨ على عشرة الاف من الاونصة فإن ثمنه كان اغلى من الذهب. فأدى اختراع تيل الى ثورة اقتصادية في صناعة الترانزيستورات.

وفي العام ١٩٥٢ سعى عالم رادار بريطاني يدعى دامر (G.W.A. Dummer) الى جمع الترانزيستور نفسه مع المكثف والمقاوم على شريحة واحدة نصف ناقلة. لكن جهوده باءت بالفشل ولكن حلمه تحقق على يد عالم اميركي. لم يكن على علم بمشروع دامر.

هذا العالم هو جاك سانت كلير كيلبي (Jack St. Clair Kilby) الذي تخرج للتو من جامعته. وقد استطاع كيلبي عام ١٩٥٨ ان يصنع الدارة المدمجة اي دمج الترانزيستور مع المكثف والمقاوم على الشريحة نفسها محدثاً ثورة في الترانزيستورات. وقد وصف اختراعه بقوله «اني كسول ولم اكن اتحمل رؤية الفنيين منهمكين في وصل جميع هذه الاجزاء الى بعضها البعض كي تعمل لذلك دمجتها». وليست هذه المرة الاولى التي يدين فيها العالم بالفضل الى كسول.

آباء الترانزيستور

لمن يدين العالم باختراع الترانزيستور؟ هناك ثلاثة علماء تم على ايديهم اختراع الترانزيستور في اوائل الخمسينات وهم (من اليسار الى اليمين في الصورة ادناه) «جون بارددين» (John Bardeen) و «وليم شوكلي» (William Shockley) و «والتر براتين» (Walter Brattain) وكانوا يعملون في مختبرات بل الشهيرة وقد نالوا جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٥٦ لاختراعهم هذا. اما الرسم الذي يعلو صورهم فمأخوذ من دفتر مسودة للدكتور براتين وهو تصميم وضعه للترانزيستور عام ١٩٤٧. على ان شوكلي هو الذي نجح في صنع الترانزيستور عام ١٩٥٠. وفي منتصف الخمسينات استطاع عالم يدعى غوردن تيل (Gordon Teal) يعمل في شركة «تكساس انسترومانتس» صنع ترانزيستور تقاطعي مصنوع من السيليكون عوضاً عن الجرمانيوم النادر الثمين.



كيف تعمل البداية الالكترونية؟

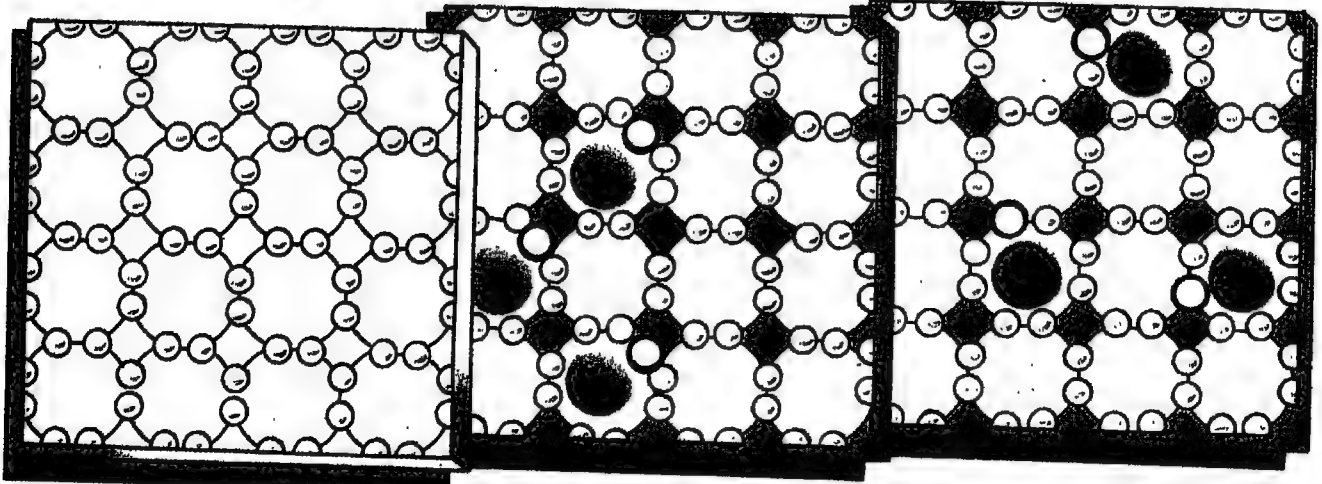
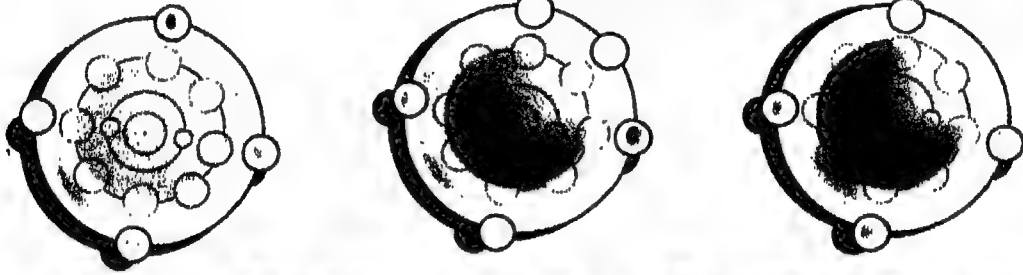
الأرض بعد الأكسجين. وهي، كأصناف النواقل الأخرى، نقية في حالتها البلورية وغير حرة الإلكترونات لنقل التيار. ولكننا حينما نستبدل بعض ذراتها بذرات من الفوسفور ذات الإلكترونات الخارجية فإن الإلكترونات الناقلة تصبح حرة للاستجابة للتيار.

ونظرا إلى أن الإلكترونات تحمل شحنات سالبة فإن السيليكون المدام بالفوسفور يطلق عليه اسم «نصف ناقل صنف - س» (أي سالب). في حين أن ادمام السيليكون بالالمنيوم ذي الإلكترونات الخارجية الثلاثة يحدث ثقوبا على السيليكون وهي ليست ثقوبا بالمعنى الحرفي للكلمة وإنما مساحات من السيليكون ناقصة الإلكترونات تستقر فيها شحنات موجبة تماما مثلما يستقر الهواء في الفقايع وسط الماء.

وحيثما يتم وصل قطعتي السيليكون بصورة تقابلية (Butting) أي نصل قسما مداما بالالمنيوم «صنف - م» (أي موجب) مع مقابله من «صنف - س» أي المدام بالفوسفور يتكون عند نقطة الاتصال تقاطع (Junction). أن اتجاه الإلكترونات والثقوب عبر هذا التقاطع هو الذي يمرر التيار أو يوقفه.

أبسط انواع البدالات الكمبيوترية الترانزستور التقاطعي (Junction Transistor) الثنائي الصمامات (Diode). واساسه تقسيم مادة نصف ناقلة إلى قسمين مختلفين قسم لنقل التيار وأخر لوقف سريانه. أما انصاف النواقل فهي مواد بلورية تقع درجة مقاومتها للكهرباء في مرحلة وسط بين النواقل الجيدة كالنحاس والالمنيوم والعوازل الكلية للكهرباء كالمطاط والزجاج. وفي الظروف العادية تتصرف المواد نصف الناقلة مثل المواد العازلة أي أنها لا تنقل الكهرباء لأن الكترونها تكون مرتبطة ومشدودة بشدة حول نواها وبالتالي فهي لا تستطيع الاستجابة للتيار الكهربائي سالباً كان أم موجباً. ولكننا إذا ادخلنا بعض المواد غير النقية إلى تركيب هذه المواد، نصف الناقلة، بواسطة عملية يطلق عليها اسم الادمام (Doping) أي معالجة مادة ما بمستحضر) عندها تصبح انصاف النواقل ناقلة ممتازة للكهرباء.

ومنذ أواخر الخمسينات كان تركيز الصناعة على مادة السيليكون التي تعتبر من أغزر المواد الكيميائية المتوفرة على



السيليكون «صنف - س»

أن الإلكترون الواحد الإضافي الواقع في القشرة الخارجية لذرة الفوسفور يشكل فائضاً من الإلكترونات في السيليكون المدام بالفوسفور. عندها تصبح الإلكترونات ذات الشحنات السالبة حرة كي تنجذب إلى التيار الكهربائي إذا كان موجباً أو تبتعد عنه إذا كان سالباً.

السيليكون النقي

في بلورة سيليكون نقية تشترك الإلكترونات الأربعة الواقعة في قشرة كل ذرة مع الذرات المحيطة والمجاورة لها مشكلة بذلك شبكة متينة لا توجد فيها أية إلكترونات حرة قادرة على نقل التيار.

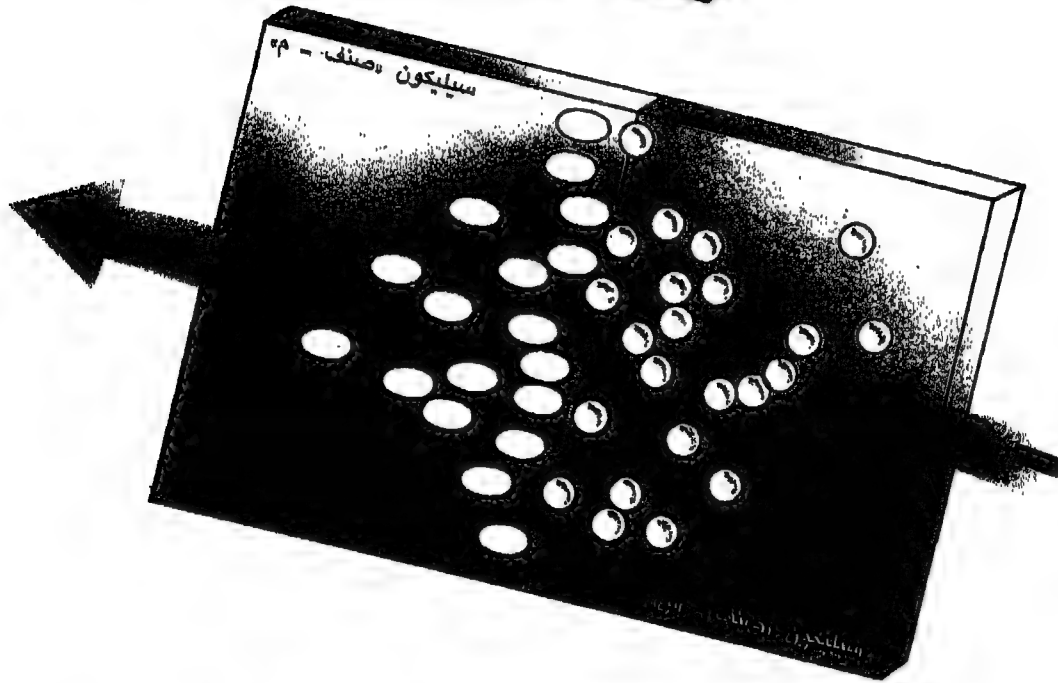
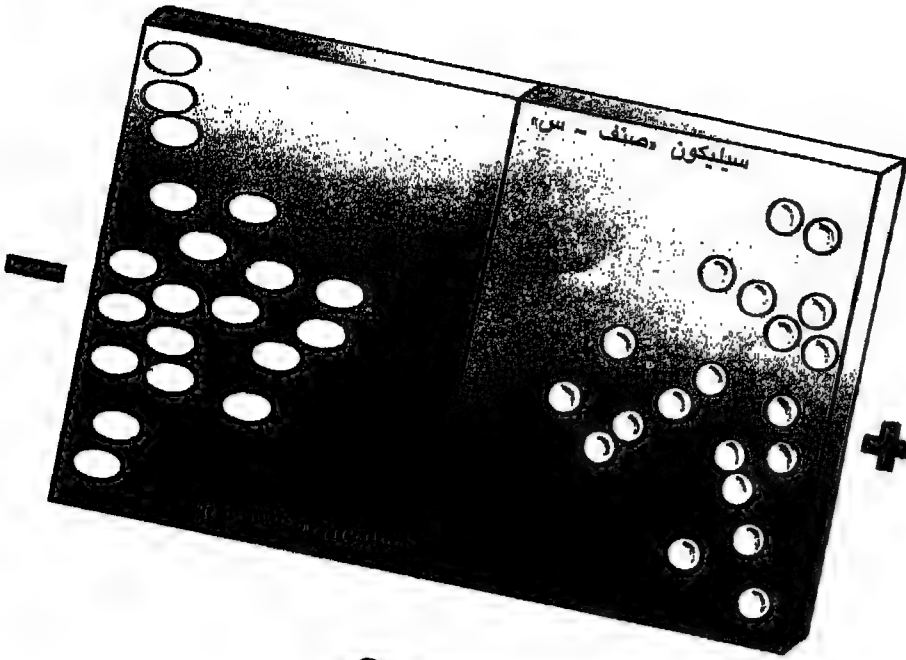
السيليكون «صنف - م»

أن وجود ثلاثة إلكترونات فقط في القشرة الخارجية لذرة الالمنيوم يؤدي إلى ظهور ثقوب في السيليكون المدام بالالمنيوم. ونظراً إلى أن الثقوب تحمل شحنات موجبة فإنها تتجه عكس موقع الإلكترونات.

الصمام الثنائي في حالة مطفأ (Diode OFF)

يتألف الصمام الثنائي من قطعة
سيليكون مقسمة إلى قسمين مدامين
أحدهما «صنف - س» والآخر «صنف -
م».

يقوم التيار الكهربائي للقطبين المتقابلين
المتعاكسين بجذب الإلكترونات ذات
الشحنات السالبة والثقوب ذات الشحنات
الموجبة بعيدا عن تقاطع صنفي السيليكون
«صنف - س» و «صنف - م» داخل
الصمام الإلكتروني مما يحول دون مرور
التيار.



الصمام الثنائي في حالة مشغل (Diode on)

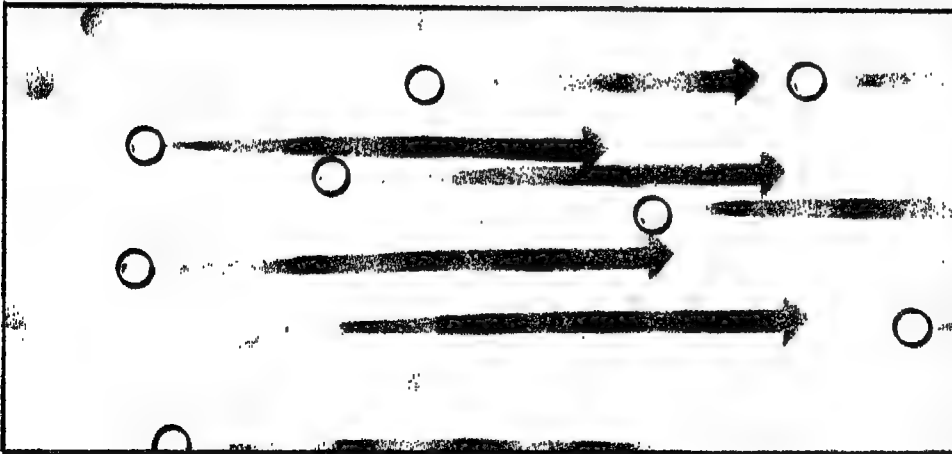
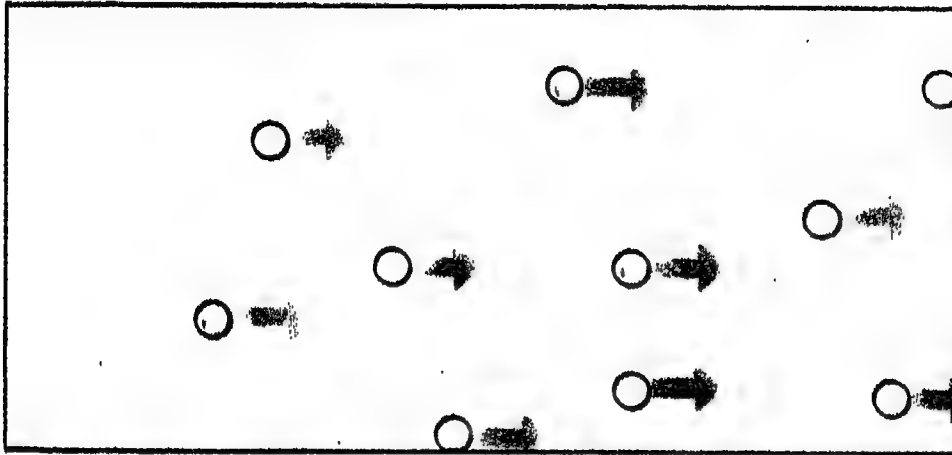
الموصل إلى سيليكون «صنف - م».
ولما كان النقص في الإلكترونات في
القطب السالب يخلق فراغا فإنه يؤدي إلى
دخول مزيد من التيار الكهربائي مع ما
يحملة من الكترونات، الامر الذي يؤدي إلى
استمرار تدفق التيار.

يتحول الصمام إلى حالة مشغل حينما
يتم عكس التيار الموصل إلى كل قطب من
قطبي البدالة. فان تيارا سالبا موصلا
بسيليكون «صنف - س» يصد الإلكترونات
ويبعثها متدفقة تجاه خط التقاطع حيث
تندمج مع الثقوب المصدودة بالتيار الموجب

نصف ناقل عالي الاداء

ومن انصاف النواقل الجديدة التي نحن بصددھا وتثير اهتمام الخبراء ارسنايد الغاليوم (Gallium Arsenide) المعروف بـ (GaAs) والذي ينتج عن دمج معدن الغاليوم «المراوغ» بسم الارسنايد. ومن ميزاتھ انه يستطيع ان يقاوم الحرارة ويستطيع العمل في ظل درجات دنيا من الطاقة الكهربائية مولداً بذلك سرعة فائقة لا تتطلب الا مقداراً ضئيلاً من التبريد.

كان من نتائج السباق نحو سرعات قصوى في التبديل (Switching) ان العلماء انهمكوا بصنع أنصاف نواقل جديدة عن طريق دمج عناصر كيميائية بطرق غير متوافرة في الطبيعة. من هذه النواقل ما يؤمن التبديل بين حالتي مطفاً ومشغل في فترات لا تتجاوز بضعة أجزاء من تريليون من الثانية. وهي سرعة تفوق سرعة انصاف النواقل المصنوعة من السيليكون.



تنتقل الإلكترونات ببطء عبر السيليكون (الرسم الأعلى) نسبة لما هو عليه في ارسنايد الغاليوم (الرسم الأدنى). وفي كلتي البلورتين تقوم الإلكترونات المشحونة بالكهرباء السالبة والسالبة في بحر من الذرات المشحونة بالكهرباء الموجبة كما لو كانت قطعاً من الفلين فوق سطح الماء. وبالنظر الى الفوارق في البيئة دون الذرية (Subatomic) التي تتميز بها كل من المادتين فان الكترونيات ارسنايد الغاليوم اخف وزناً وبالتالي تتمتع بسهولة الحركة مما يجعل الالكترونات تتسارع في حركتها في وسط من ارسنايد الغاليوم وتصل الى سرعات عليا عندما تستجيب الى فولط كهربائي يمرر فيها.



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطرقيات

في الفصلين السابقين بدأنا شرح الدارات الثنائية وطريقة عمل البدالة الترانزيستورية ناقلة التيار مُحَوَّلَة الصُّفَر إلى واحد، والمطفأ إلى مُشغَّل. وفي هذا الفصل نعرض لجهود العلماء في صُنْع ترانزيستورات فائقة السُّرعة، والمشاكل التي تُعترض ذلك والتَّوَعُّين الرَّئيسيين المُعتمدين في الكمبيوترات السُّريعة.

الفصل السادس عشر الدارات الثنائية ٢

فأرسنايد الغاليوم (Gallium Arsenide) توفر سرعات فائقة، ولكنها تحتاج، بصورة مستمرة، إلى مغاطس باردة من الهليوم السائل حتى تحتفظ بقدراتها السريعة. ولن يكون اليوم الذي تستبدل فيه الدارات الالكترونية بالبدالات البصرية بعيداً، حيث تتولى إشعاعات ضوئية وظيفة البدالة المعروفة والمعتمدة اليوم.



السُّرعة ومشكلاتها

من بين جميع الطرق الممكنة لزيادة سرعة الكمبيوترات ما من عنصر يشكل وعداً قريب المنال مثل التبديل (Switching) الذي يتم داخل الكمبيوتر وبموجبه يزداد معدل الانتقال من حالة إلى أخرى، من الصفر إلى الواحد، ومن السالب إلى الموجب ومن المطفأ إلى المشغَّل.

ولقد حققت الكمبيوترات ذات قدرات المعالجة المتفوّقة تقدّماً كبيراً في هذا المجال. فالبدايات الموجودة فيها تستطيع أن تعمل في أقل من جزء من مليون من الثانية، متيحة بذلك للكمبيوتر أن يقوم ببلايين العمليات في لحظة لا تتعدى الوقت الذي يستغرقه ضوء المصباح للإثارة بعد ضغط الزر. ولكن ذلك ليس بكاف بالنسبة للكثير من مهندسي الكمبيوترات لانهم يعتبرون هذا الانجاز دون تطلعاتهم إلى ما ينبغي أن تكون عليه سرعة الكمبيوترات. ومن أجل التوصل إلى سرعة قصوى ابتكروا عدداً من البدالات والتي ما يزال الكثير منها ضمن نطاق الخيال.

والواقع أن التوصل إلى ترانزيستورات فائقة السرعة ليس بالأمر اليسير. فالبدايات تعمل بطريقة التفاعل المتسلسل أي أن خارج بدالة واحدة يشكل داخل بدالة ثانية. ولذلك تعتمد السرعة على الوقت الذي تستغرقه الومضة للانتقال من بدالة إلى أخرى. فإذا كان التصميم يقضي بأن تشغل بدالة ما بدالة أخرى خلال جزء من الثانية فإنه لا ينبغي أن تكون البدالتان متباعدتين عن بعضهما البعض أكثر من حوالى ست بوصات. على أن التجاور بين البدالات ليس كل ما يلزم لضمان سرعة الكمبيوترات إذ ينبغي على البدالات نفسها أن تكون صغيرة الحجم بما فيه الكفاية لكي تتسع ملايين منها على شريحة كمبيوترية واحدة. وهذا الأمر يثير مشكلة الازدحام وارتفاع الحرارة وبالتالي ضرورات التبريد خوفاً من أن تذيب الحرارة البدالات.

لذلك فإن السعي لتوفير بدالات أكثر سرعة وأصغر حجماً وأكثر برودة قد دفع بالمصممين إلى البحث عن تقنيات ومواد جديدة. بعض ما يفكرون فيه قد يجعل شريحة السيليكون التي نعتبرها اليوم من أبرز آيات الاعجاز من مخلفات الماضي.

الترانزستورات الفائقة السرعة

سواء أكانت الكمبيوترات كبيرة أم حاسبات جيب صغيرة فإن ما يميزها هو سرعتها. وفي هذا المجال فهي مدينة إلى الترانزستورات، أي البدالات المصنوعة من السيليكون، والتي تعمل وفق مبدأ تضخيم الاشارات الضعيفة وجعلها بالتالي قادرة على ضبط اشارات اكبر منها.

وبصورة عامة فإن الترانزستورات صنفان: ترانزستورات ثنائية القطب (Bipolar) وترانزستورات احادية القطب (Unipolar) معروفة باسم «موسفيت» (MOSFET) أي ترانزستور اكسيد الحديد نصف الناقل ذو الحقل الكهربائي (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). في النوع الاول الثنائي القطب يتم نقل التيار بواسطة جسيمات متعددة في كلي القطبين، أي بواسطة الالكترونات والثقوب. وبعضها يعمل بسرعة فائقة هي في حدود جزء من



٢ ترانزستور الموسفيت في حال مطفأ

في الترانزستور الاحادي القطب المعروف بالموسفيت ثلاث مناطق تقوم مقام الباعث والقاعدة والمجمع والموجودين في الترانزستور الثنائي الاقطاب. هذه المناطق هي زوج من الابار الاول يعرف بالينبوع والثاني بالمصب، وهما متصلان ببعضهما ببعض بواسطة قناة ضحلة تشبه بوابات تحكم المياه في اقية الري تقوم مقام القاعدة. وتتولى الموصلات المعدنية تأمين الاتصال بين الينبوع والمصب في حين ان طبقة رقيقة من ثاني اوكسيد السيليكون تفصل بين بوابة الالكتروود والقناة. وحينما يمر تياراً كهربائياً سائماً خفيفاً عند بوابة الالكتروود وسط الشريحة ينشأ حقل كهربائي يطرد الالكترونات مانعاً التيار من المرور عبر القناة المكونة من سيليكون «صنف - س» مبقياً الجهاز في حالة إطفاء.

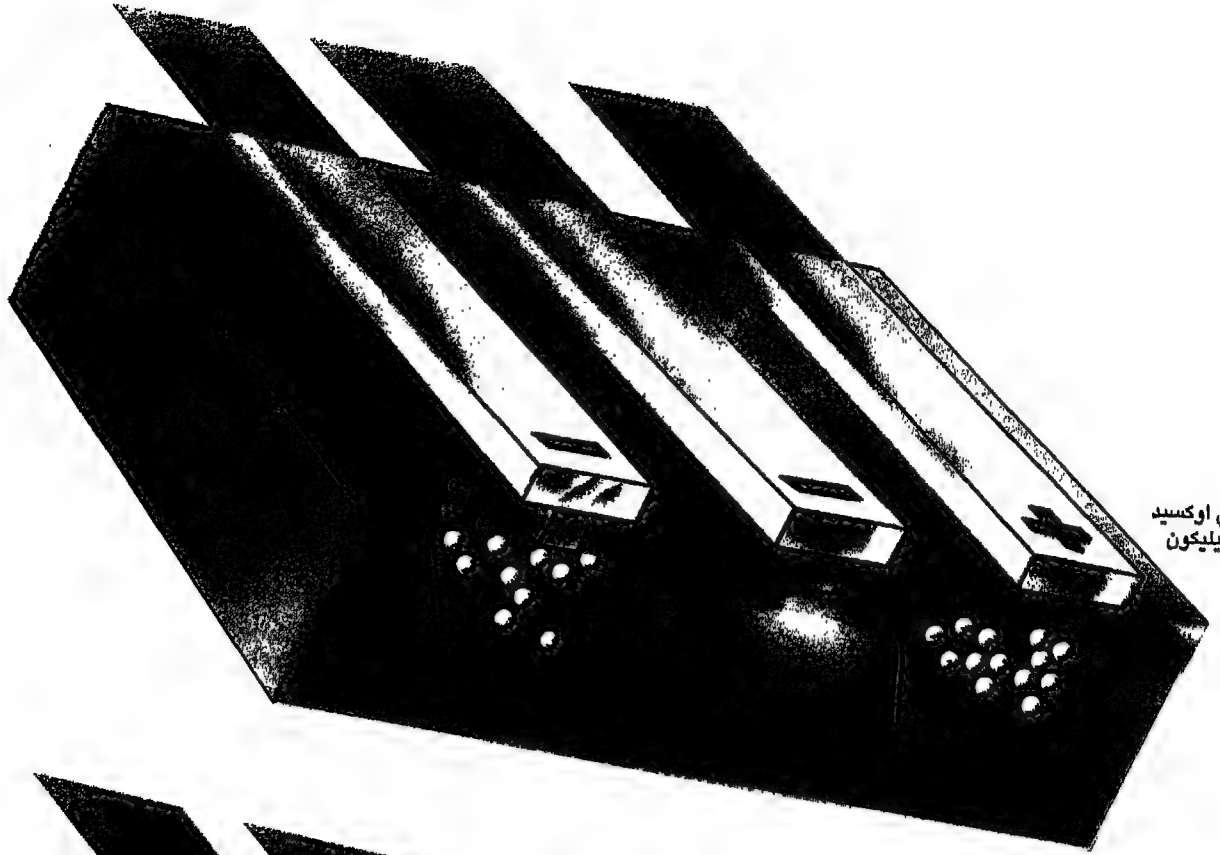
٣ ترانزستور الموسفيت في حال مشغل

لتحويل ترانزستور الموسفيت الى وضعية مشغل يكفي ايقاف التيار السالب في بوابة الالكتروود مما يعيد جهد التيار الى الصفر وحينما يتم وقف الكهرباء يختفي الحقل الكهربائي مما يحرق الالكترونات متيحاً لها مجال الانتقال والعبور من الينبوع الى المصب.

١ الترانزستور الثنائي الاقطاب في وضعية مشغل

يكشف هذا المقطع العرضي الطريقة التي يعمل فيها الترانزستور الثنائي الاقطاب في شريحة السيليكون. فعندما يمر تياراً كهربائياً خفيفاً في القاعدة (بالاحمر) تتولد تيارات متحركة من ثقوب والكترونات بين القاعدة والباعث. كذلك فإن التيار الكهربائي الموجب الضئيل يسمح للمجموعة الرئيسة من الالكترونات بالعبور نحو المجمع وباتجاه القطب الموجب ذي التيار الكهربائي الشديد. وتقوم طبقة من ثاني اوكسيد السيليكون بحماية نقاط تقاطع الترانزستور من التلوث. وتقوم الموصلات المعدنية بمهمة نقل التيار من وإلى بدالات أخرى في الدارة. (انظر المخطط التوضيحي على الصفحة ٣٤).

٢

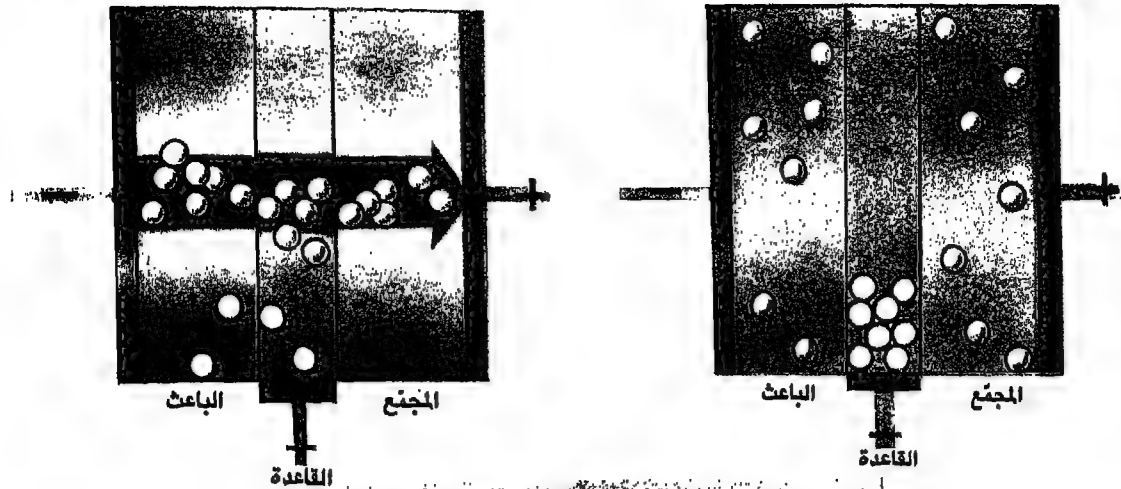


ثاني اوكسيد
السيليكون

٣



ثاني اوكسيد
السيليكون

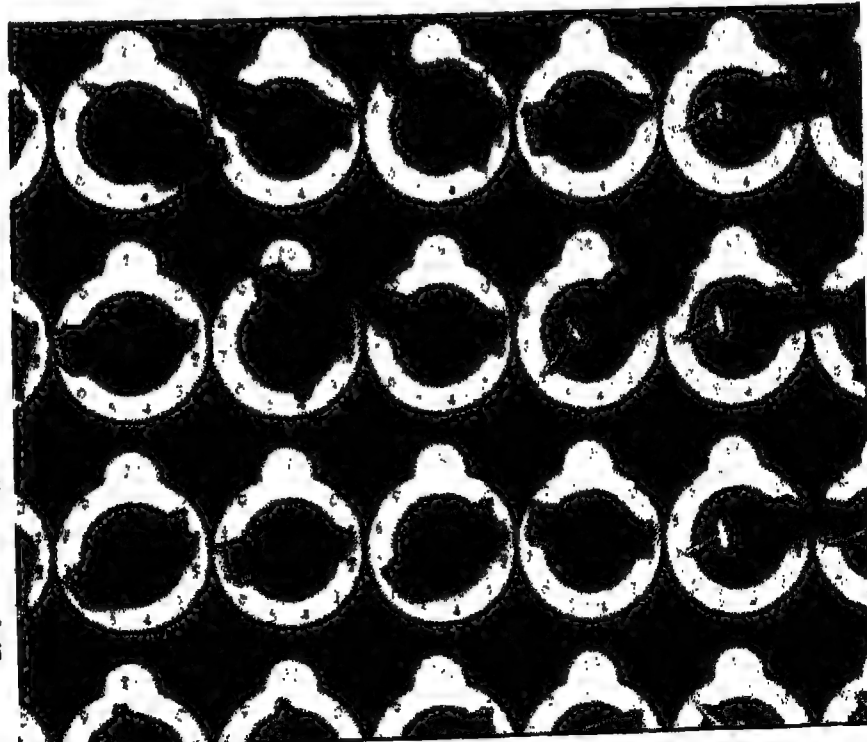


الترانزستور السيليكوني

في الترانزستور الثنائي الاقطاب يتولى حاجز ضيق من السيليكون، صنف -م-، يدعى القاعدة (اللون الاحمر) التحكم بمجرى التيار بين الباعث وهو سيليكون، صنف -س-، والمجمع (الازرق). ان تياراً كهربائياً قوياً على المجمع يجذب الالكترونات المشحونة بالكهرباء السالبة الموجودة في الباعث، في حين ان تياراً كهربائياً خفيفاً سالباً عند القاعدة يوقف مجرى التيار (الى اليمين) اما إذا مررنا تياراً كهربائياً موجباً في القاعدة فإننا نسمح بذلك للالكترونات بالسريان الى المجمع (الى اليسار). وحينما تتدفق الالكترونات عبر القاعدة فإن شدة الشحنة الموجبة في المجمع لا تسمح بانجراف الا عدد محدود منها نحو الكترود القاعدة.

هذا المركز هو بوابة الالكترود (القطب الكهربائي). ونظراً إلى ان هذه الترانزستورات تتطلب عدداً أقل من الطبقات مما تتطلبه الترانزستورات الثنائية الاقطاب، فهي اسهل صنعاً وفي الوقت نفسه أقل استهلاكاً للكهرباء، ويمكن حشرها بكميات تصل إلى مليون ترانزستور على شريحة سيليكون واحدة. وهنا أيضاً فإنه توجد مقابل هذه السهولة في مجال الانتاج مشكلة تكمن في كون نقل ترانزستور الموسفيت من حالة إلى أخرى أي من مشغل إلى مطفأ، يتطلب نقل شحنة إلى داخل وخارج البوابة الالكترونية، وهي عملية بطيئة نسبياً إذا ما قيسَت بسرعة إداء الترانزستورات الثنائية الاقطاب.

واحد من البليون من الثانية. ولكن لسرعتها ثمناً مكلفاً وهو استهلاكها لكميات كبرى من الطاقة وبالتالي وقوعها في مشكلة الحرارة. مما يعني انه لا يمكن وضع أكثر من بضعة الالف من الترانزستورات الثنائية القطب على شريحة سيليكون واحدة. النوع الثاني من الترانزستورات، الموسفيت، يعمل، كما يوحي إسمه بتأثير الحقل الكهربائي. إن التيار في هذه الترانزستورات، الاحادية القطب، ينتقل اما عن طريق الالكترونات أو الثقوب وليس من كليهما معاً. والثيء الذي تتفرد به هذه الترانزستورات هو وجود مركز تماس معدني يضبط تيار الترانزستور بواسطة حقل كهربائي يولده. موقع



هكذا كانت تبدو بدالات كمبيوتر «مارك - ١» وكان أول كمبيوتر يجري التحكم به بواسطة البرامج وقد بلغ عددها ٤٢٠ بدالة تدار باليد لتحديد القيم اللازمة لاجراء الحسابات بحسب النظام العشري. وقد احتل هذا الكمبيوتر مساحات امتدت طولياً ٥١ قدماً.



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطرقيات

بدأنا منذ أربعة فصول شرح الدارات الثنائية وكيف تطوّرت من بدالات بسيطة إلى ترانزستورات مُعقّدة. كما عرّجنا على طريقة عمل الترانزستورات والطريقة التي يأمل بها المهندسون الإلكترونيون صنع ترانزستورات تُحقّق طموحات الإنسان نحو سرعات فائقة، وفي هذا الفصل نُشرح الطريقة المرحلية والمُعقّدة التي يُصنّع بها الترانزستور.

الفصل السابع عشر الدارات الثنائية / ٤

كيف يصنع الترانزستور؟

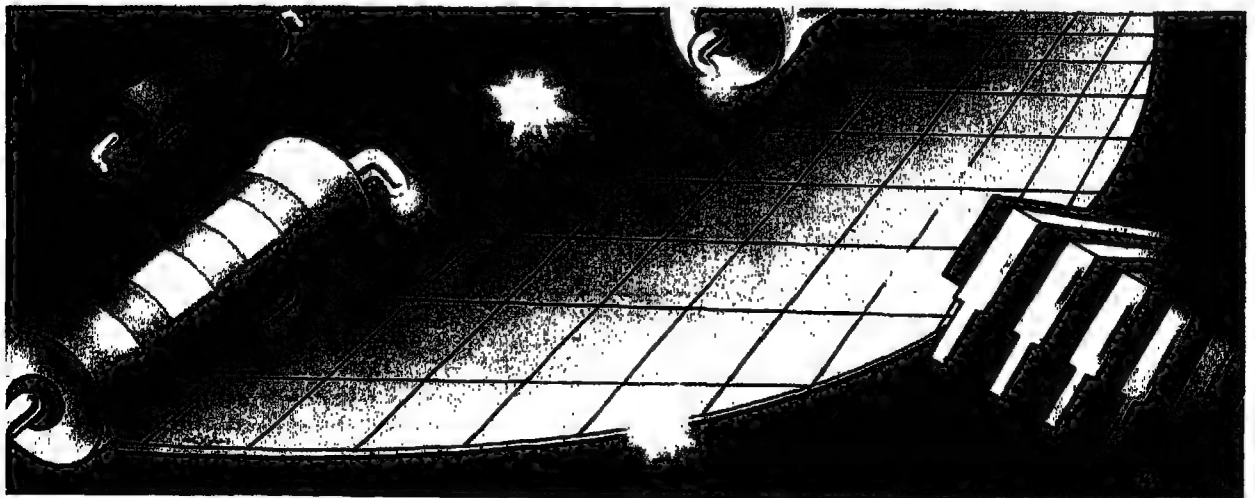
تبسط الرسوم المرفقة بهذا الفصل الطريقة المرحلية البالغة التعقيد التي تصنع فيها الترانزستورات. فصنع الترانزستور يستغرق عادة حوالى شهرين. ومن حسن الحظ فإن مئات منه تصنع في وقت واحد وذلك على رقاقة (Wafer) أي سبيكة واحدة من السيليكون.

تمثل الرسوم المتتالية ترانزستوراً واحداً يحتل مساحة دقيقة جداً على شريحة تتضمن المئات منه كما يلاحظ في القرص المستدير الكبير (الذي يظهر قسم منه فقط في أعلى الصفحة التالية) والذي يرمز إلى الرقاقة. وكل ترانزستور في الرسم مكبر حوالى ألفي وخمسمائة مرة. تعرف عملية صنع الترانزستور بالليثوغرافيا الضوئية (Photolithography) والليثوغرافيا من حيث الأساس هي الطباعة التي تستعمل صافئ من الزنك والالنيوم المعدة كيميائياً لطبع الرسوم عليها. تؤخذ شظية صغيرة من السيليكون لا تزيد سماكتها عن ٤ على ألف من البوصة بعد أن تغمس في بعض المواد غير النقية كالبورون الذي من شأنه أن يحدث فراغات قليلة الإلكترونات بحيث يشكل الجزء الذي تتكون منه هذه الفراغات منطقة

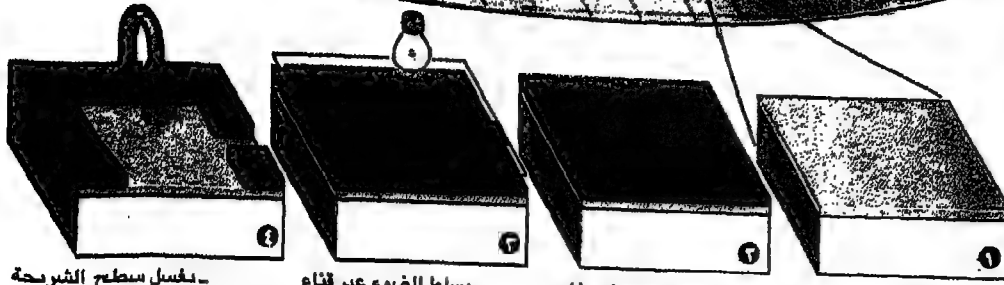
تحمل شحنة كهربائية موجبة «صنف - م». ولطريقة معالجة السيليكون بالشوائب نحيل القارئ إلى الفصل السادس ونكتفي هنا بشرح مراحل صنع الترانزستور على شريحة السيليكون المعالج قبلاً بالشوائب.

تؤخذ اذاً، شريحة سيليكون «صنف - م» لتكون القوام الاساسي (Substrate) الذي يبنى عليه الترانزستور وتضاف اليها ٤ طبقات رقيقة في اربع مراحل. في كل مرحلة تطلى المادة بغشاء رقيق من مستحلب (Emulsion) حساس للضوء ثم تعرض لانماط شكلية من الضوء ما فوق البنفسجي من خلال عملية تقنيع (Masking) يلي ذلك الحفر (Etching) والادمام (Doping) والتلبيس (Coating) واخيراً الترسيب (Deposition). مما يضيفي ٤ طبقات على القوام الاساسي كل واحدة منها لا تزيد كثافتها عن واحد بالمئة من سماكة الشريحة.

وعند اكمال هذه العمليات يصبح لدينا ترانزستور من نوع ان - موس Negative-Channel Metal Oxide Semiconductor (n-Mos) أي اكسيد معدني نصف ناقل ذو قناة سالبة. ونظراً الى ان هذا الترانزستور اقل استهلاكاً للكهرباء وبالتالي اقل توليداً للحرارة من النوع الآخر الموجب فإنه يستخدم في الشرائح التي تتطلب وضع آلاف الترانزستورات جنباً الى جنب على شريحة واحدة.



المرحلة الاولى



- يغسل سطح الشريحة بمحلول يزيل الاقسام الطرية من المستحلب مبقيا على الاقسام الصلبة. فيكتشف من جديد ثاني اكسيد السيليكون الا من جزء مرتفع من المستحلب الصلب.

- يسقط الضوء عبر فتحة غير شفافة الا من امكنة معينة تسمح بتسرب الاشعة ما فوق البنفسجية منها، مرسومة بالشكل المراد ان يتم حرق سطح الشريحة به، فيقسي المستحلب تحت القسم الشفاف نتيجة تعرضه للضوء في حين يظل القسم الاخر طري للمس.

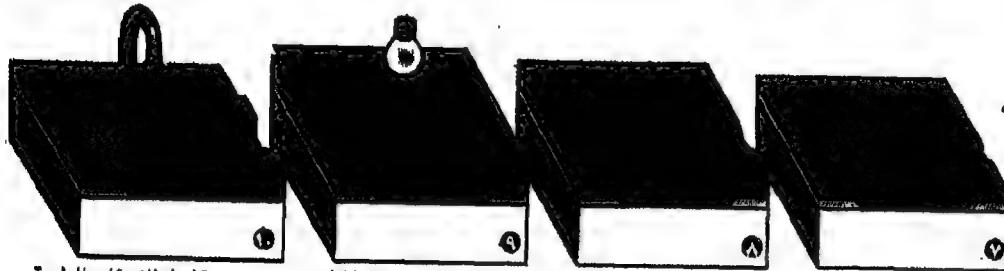
- يضاف مستحلب خاص عازل للضوء فتتشكل فوق الشريحة طبقة مقاومة للضوء (اللون الأزرق) لا تمتص الا الضوء ما فوق البنفسجي وبذلك يتم اعداد السطح للمعالجة بالتقنيع الضوئي (Photomaking).

- توضع الشريحة في فرن غازي شديد الحرارة. فيكتسب القوام المدام ايجابيا طبقة عازلة من ثاني اكسيد السيليكون (اللون الاصفر).



- تزال بقايا المستحلب الصلب والتي تشكل مرتفعا على سطح الشريحة بواسطة الغسل الكيميائي مما يبقى على وجه غير مسطح ولكنه مصنوع من ثاني اكسيد السيليكون.

- تحفر القشرة الخارجية لطبقة ثاني اكسيد السيليكون بالغازات الحارة ويبقى على طبقة بالغة الرقة لتكون بمثابة العازل.

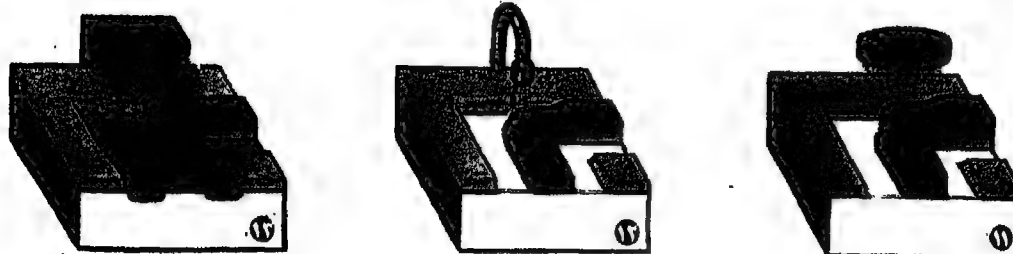


- تغسل الاجزاء الطرية فيبقى على السطح شكل زاوي.

- يؤتى بقناع يتخذ فيه القسم الشفاف شكلا زاويا ويؤدي الضوء المتسرب من خلاله الى تساوة جزء مواز له من طبقة المستحلب وبقاء القسم الاخر طري للمس.

- يضاف غشاء رقيق من المستحلب المقاوم للضوء فوق طبقة البوليسيليكون معدا السطح مرة اخرى لثاني عملية تقنيع ضوئية.

- ترسب طبقة من البوليسيليكون (اللون البرتقالي) وهي مادة سيليكونية مصنعة للقيام بمهمة البوابة التي تبث اشارة الشحنة الواحدة.



- يرسب الفوسفور في البثرين بواسطة الادمام فتصبح لدينا منطقتان سالبتان (اللون الاخضر) وسط منطقة موجبة هي السيليكون.

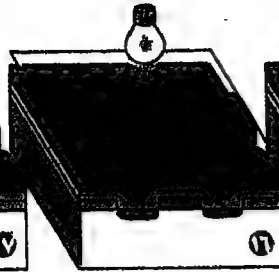
- يزال ما بقي من المستحلب فيكون لدينا سطح هو بمثابة بوابة من البوليسيليكون يعبر من خلالها التيار. هذه البوابة تتوسط جوفين هما بمثابة بثرين من السيليكون.

- يزال البوليسيليكون الزائد بواسطة الحفر مبقيا على غشاء رقيق من ثاني اكسيد السيليكون كاتشا الاساس السيليكوني للشريحة (اللون الابيض).

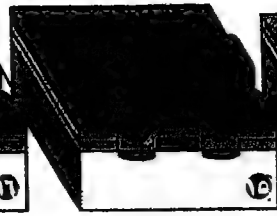
المرحلة الثالثة



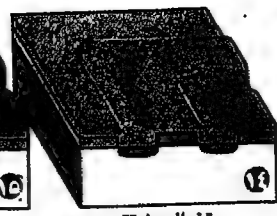
١٧ - يتم غسل المستحلب الطري فتتكون ثلاث بقع من ثاني اكسيد السيليكون (باللون الاصفر) هم المراكز التي ستقام فيها المحاور.



١٨ - يتولى الضوء تقسية المستحلب في جميع انحاء السطح باستثناء ثلاث مناطق صغيرة (باللون الاسود) هي مواقع المحاور

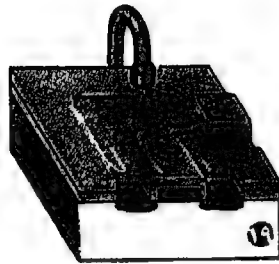


١٩ - يتولى قناع من المستحلب المقاوم رسم الاطار لصنع المحاور (Sheff) والتي تصبح نقاط اتصال معدنية لكل من البوليبيسيليكون والبترين مما يشكل قملبي الترانزيستور.

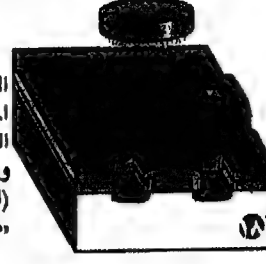


٢٠ - تضاف طبقة جديدة من ثاني اكسيد السيليكون لعزل البنية الأساسية للترانزيستور عن العنصر المعدني والذي سيضاف بالترسيب.

٢١ - يغسل ما تبقى من المستحلب فيتكون بثران احدهما الينبوع والاخر المصب (اللون الاخضر).



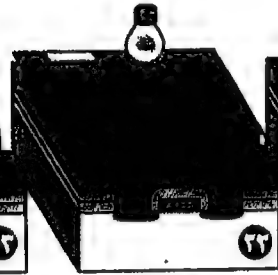
٢٢ - يتولى الاسيد ازالة البقع كاشفا عن مواقع المحاور المكونة من مساحات من السيليكون (اللون الاخضر) وعن بوابة من البوليبيسيليكون (اللون البرتقالي) وكلاهما «صنف - س».



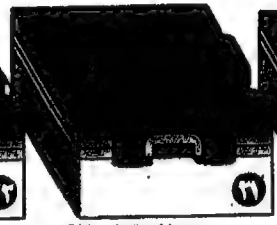
المرحلة الرابعة



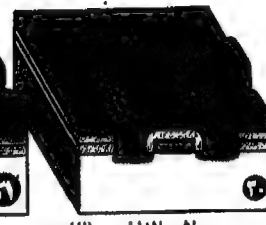
٢٣ - يغسل المستحلب الطري معريا المناطق التي ترسب فيها المعدن في غير الاماكن المطلوبة.



٢٤ - يقيس الضوء المستحلب الممدود فوق الالمنيوم الذي سيتولى نقل الكهرباء من والى الترانزيستور.



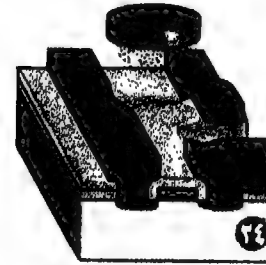
٢٥ - يعد المستحلب المقاوم لعملية التثنيح الرابعة والاخيرة من اجل اعداد السطح للترسيب المعدني.



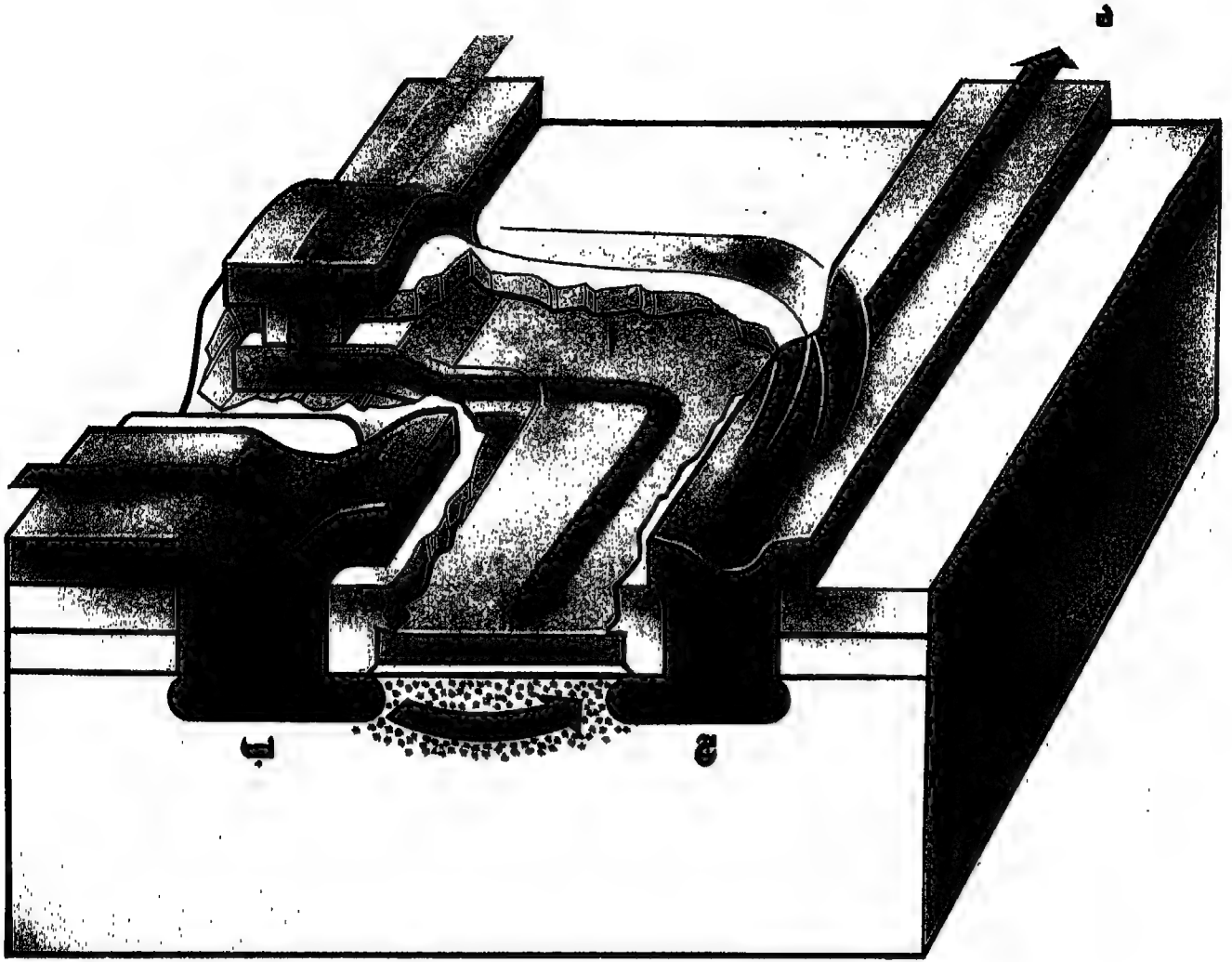
٢٦ - ينشر الالمنيوم (اللون الرمادي) بصورة مساوية على سطح الترانزيستور وفي المحاور ليوفر نقطة التماس الكهربائي.



٢٧ - يتم غسل ما تبقى من المستحلب. عندها يصبح الترانزيستور جاهزا للاستعمال.



٢٨ - تزال الزوائد المعدنية بواسطة الحفر مما يبق على المعدن في الاماكن اللازمة اي عند نقطتي التماس ونقاط التوصيل مع الاسلاك التي تربط الترانزيستور بغيره.



... واخيرا كيف يعمل؟

الذي يشغل الترانزيستور. عندها يمكن للتيار (السهم الازرق) ان يتدفق من الينبوع الى المصب والى ان يخرج عبر الموصل المصنوع من الالمنيوم (د) الى امكنة اخرى في الدارة.

يبين هذا المقطع العرضي الطريقة التي سيقوم فيها الترانزيستور بدور البدالة. فحينما نمتنع عن وصل الكهرباء الى بوابة البوليسيليكون (ا) لا يمر اي تيار من الينبوع «صنف - س» (ب) الى المصب «صنف - س» (ج). ولكننا اذا مررنا شحنة موجبة (السهم الاحمر) على البوابة فانها تؤثر في الطبقة العازلة الرقيقة المصنوعة من ثاني اكسيد السيليكون (الاصفر) وتجعل منها قناة مؤقتة «صنف - س» الامر



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات

طوال عشرة فصول سابقة عرضنا لغة الكمبيوتر الرقمية الثنائية باعتبارها اللغة التي يفهمها الكمبيوتر. كما عرضنا خصائص اللغة الإلكترونية التي يُترجم بواسطتها الكمبيوتر التعليمات الثنائية إلى إشارات إلكترونية تسمح له بأداء مهامه. ثم عرضنا المنطق الكمبيوتر الذي يُمكن الكمبيوتر من القيام بالفرضيات المنطقية وكذلك الدارات الثنائية، كالترانزستورات، والطريقة التي تستقبل فيها الإشارات الكهربائية المفصلة والمقطعة التي تُمثل اللغة الثنائية. في هذا الفصل نعرض جانباً آخر من النشاط الكمبيوتر وهو الكيفية التي يقبل فيها الكمبيوتر بيانات غير رقمية.

الفصل الثامن عشر من القياسي الى الرقمي

ان ما تتصف به هذه الظواهر هو استمراريتها وتواصلها ، وتفاوت درجاتها صعوداً وهبوطاً بين حديها الأدنى والأعلى دون قيد. لذلك لا بد من تحويل هذه الأمواج المستمرة الى بيانات متقطعة ومن ثم تحويل هذه البيانات الى قيم رقمية ثنائية تؤهلها للمنطق الكمبيوتر الدقيق.

ومن أجل ذلك ابتكرت أجهزة ادخال استشعارية (Sensory) تتولى تحويل البيانات الى اشارات كهربائية متفاوتة الشدة (الفولطية). فجهاز الاستشعار الحراري مثلاً يسجل فولطاً مرتفعاً عندما ترتفع الحرارة وفولطاً منخفضاً عندما تنخفض الحرارة. وكذلك الأمر بالنسبة لخلية الاستشعار البصرية الحساسة للضوء. فهي تستجيب للتغيير الحاصل في الضوء صعوداً وهبوطاً.

هناك عدد لا يحصى من مصادر المعلومات الاساسية كالضوء، والصوت، والحرارة، والضغط وغير ذلك من ظواهر الطبيعة التي نحتاج الى دراستها والتي تمتاز بكونها غير محددة ولا يمكن التعبير عنها بقيم ثابتة. ولما كان الكمبيوتر لا يتعامل الا بالقيم الثابتة كالصفر والواحد، والخطأ والصح ولا توجد عنده انصاف وضعيات، فإنه لا يستطيع استقبال البيانات غير الرقمية ليقوم بأعمال المعالجة والتحليل التي قد نطلبها منه.

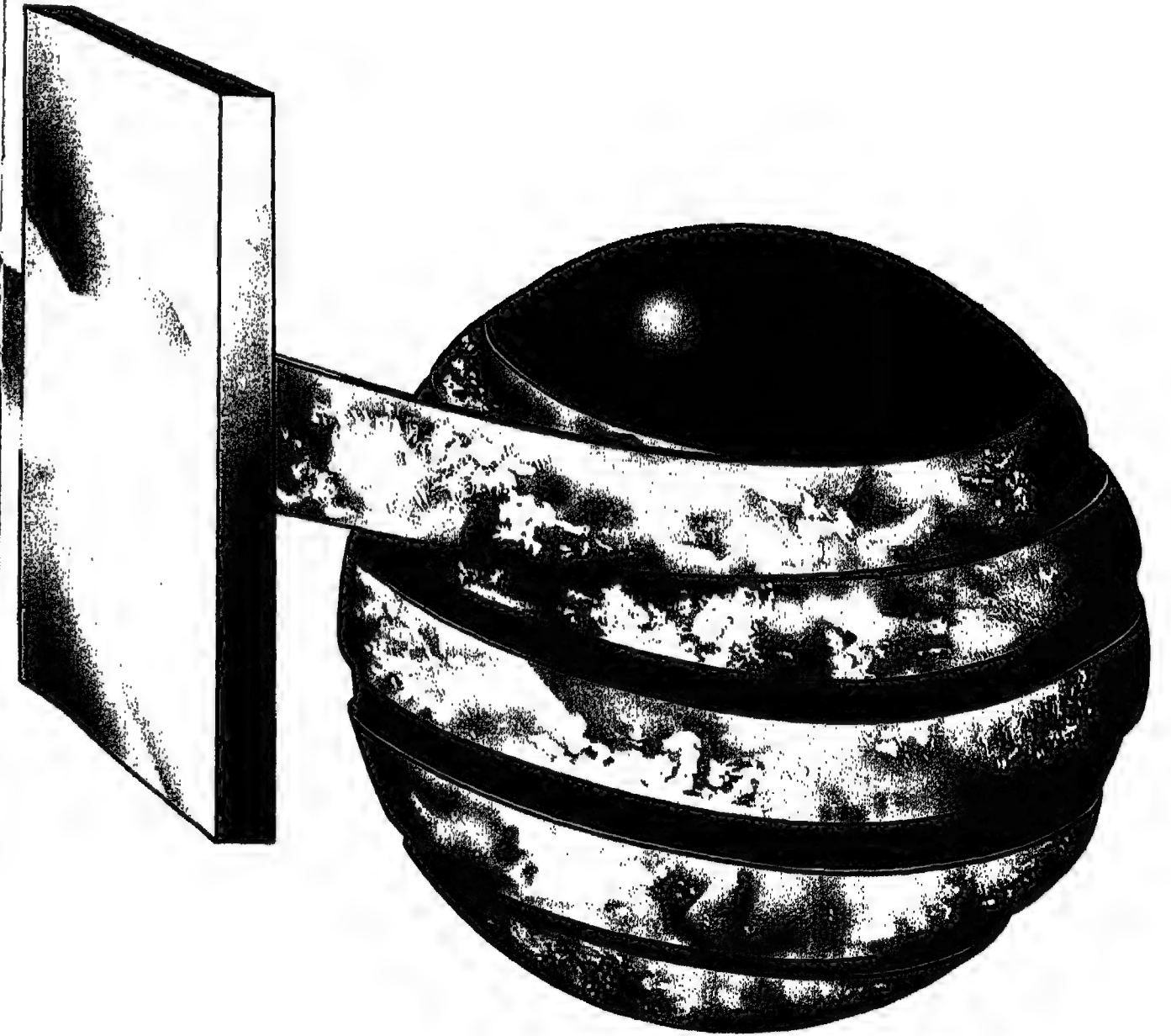
ومع ذلك فإننا نعلم ان الكمبيوتر يتنبأ بالأحوال الجوية ويقيس سرعة الضوء المنبعث في ساعات معينة من النهار ليقوم بمهام معينة قد نطلبها منه، كفتح النوافذ أو تضيق فتحاتها

وما شابه. فكيف يمكنه القيام بذلك؟ والأصح كيف يستطيع قراءة هذه الظواهر ومعالجتها؟

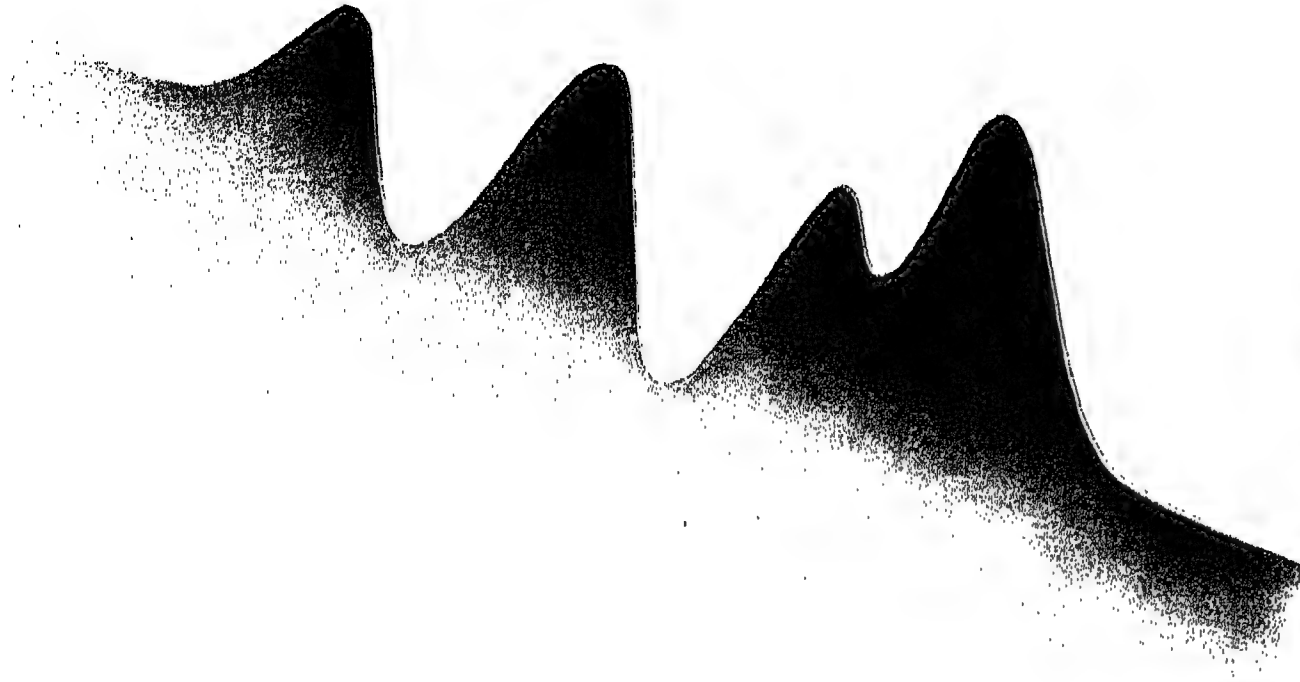


وتُعرف هذه الإشارات بالإشارات القياسية لأنها شبيهة ومماثلة للواقع. والقياسات الفولطية التي تعطى لها ليست سوى قياس درجة ذبذبة الإرتفاع والإنخفاض الذي يطرأ عليها.

وتحويل الظواهر الى اشارات قياسية هو المرحلة الاولى. ويعقب ذلك تحويل هذه الاشارات الى بيانات رقمية. ومع انه توجد كمبيوترات قياسية تستطيع قبول هذا النوع من البيانات، إلا ان الكمبيوترات الأكثر شيوعاً هي الكمبيوترات الرقمية، ولا بد بالتالي من إيجاد طريقة لجعلها تتعامل مع الظواهر القياسية.



ويقوم المحوّل بذلك عن طريق أخذ عينات من الإشارات القياسية في فترات متناوبة منتظمة وتحويل فولط كل عيّنة الى قيمة رقمية منفصلة وثابتة ومحدّدة.



يمثل هذا الرسم موجة حرارية منبعثة من الكرة الأرضية على شكل قشرة منسلخة من ثمرة. وبعد ان تعبر الموجة جهاز استشعار تتحول الى اشارات متموجة مختلفة درجات الحرارة. وتنعكس القيم والوديان بدقة تامة الاختلافات التي قراها جهاز الاستشعار في درجة حرارة المصدر الحراري الوافد. ومن اجل ذلك نقول ان الاشارات قياسية.

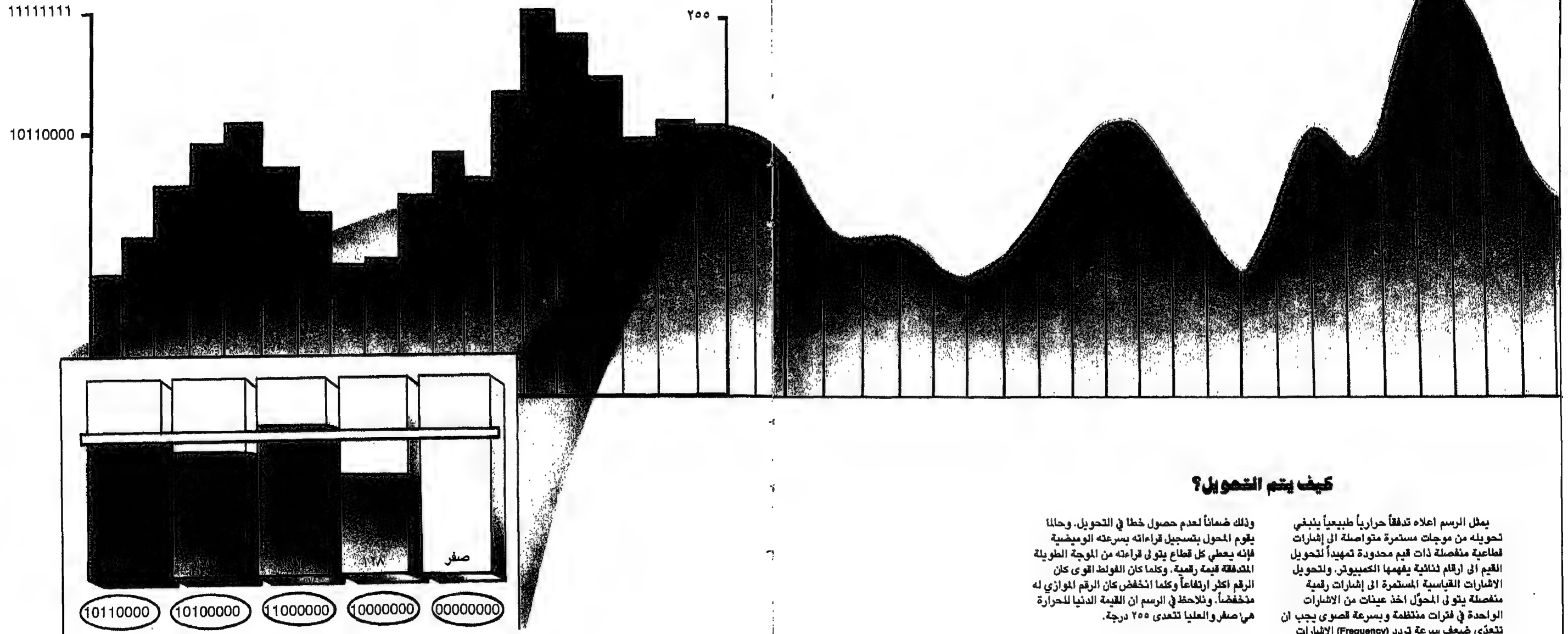
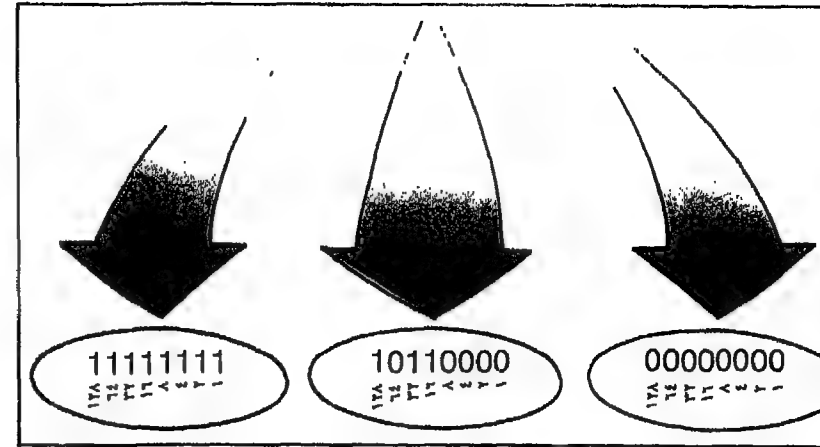
التحويل من قياسي الى رقمي

بصورة اوتوماتيكية بتاً واحداً ليصبح الرقم الثنائي 11000000 (يساوي ١٩٢ في النظام العشري). فإذا تبين له ان هذا الرقم يفوق المطلوب قام بإلغاء البيت واضافته إلى الخانة التالية فيصبح الرقم 10100000 (او ١٦٠ في النظام العشري) فإذا كان الرقم منخفضاً يضيف له بتاً آخر ليرتفع إلى 10110000 اي ١٧٦. وهنا تتوقف العملية لإكمال المطابقة. وحينما يقوم المحول بترجمة الموجة الواردة كلها إلى أرقام ثنائية رقمية يقوم الكمبيوتر بتحليلها.

المرحلة الثانية تكون باستخدام تقنية تعرف بـ «التقريب المتتالي» (Successive Proximity) والتي يتولى فيها المحول، وهو في مثلنا يعمل على ٨ بتات، عملية إعطاء قيمة لكل فولط واحد مجهول القيمة وذلك بإطلاق سلسلة فولطات اختبارية تتراوح بين الصفر و ٢٥٥ وأجراء مطابقة قياسية بين الاثنين معاً وكذلك اجراء ما يلزم من التعديلات بزيادة بت أو إنقاصه لزيادة الرقم أو تخفيضه لإكمال المطابقة. فإذا تبين مثلاً ان المدى المتوسط 1000000 (ويساوي ١٢٨ في النظام العشري) هو رقم منخفض فإن المحول يزيد

كيف نقرأ الأرقام الثنائية

في النظام الرقمي الثنائي (وأساسه الرقم ٢) فإن كل خانة إلى اليسار تتضاعف مرتين. في الرقم الثنائي 10110000، على سبيل المثال، تحتل الاحاد القيم العشرية ١٢٨ و ٣٢ و ١٦ (تُهمل الأصفار). فإذا جمعناها يتكون عندنا الرقم ١٧٦ وهو المرادف العشري للرقم الثنائي 10110000. يطلق على كل خانة بت (Bit) وكل ثمانية بتات تشكل بايتاً (Byte). اكبر رقم عشري يمكن التعبير عنه بالبايتات هو ٢٥٥ (11111111). ويتولى الكمبيوتر معالجة المعلومات في وحدات أو كلمات تتراوح بين ٨ و ٦٠ بتاً.



كيف يتم التحويل؟

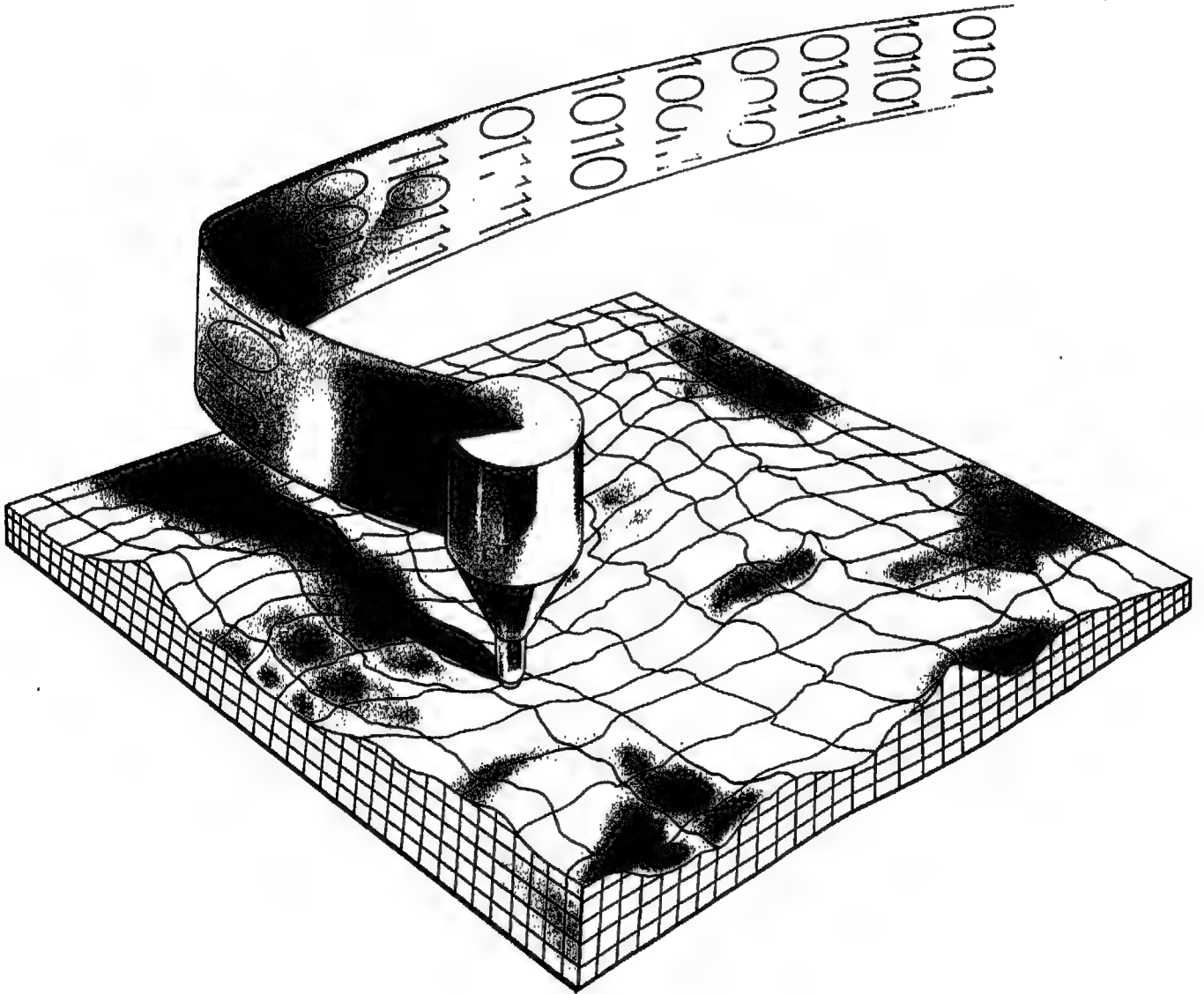
وذلك ضماناً لعدم حصول خطأ في التحويل. وحينما يقوم المحول بتسجيل قراءاته بسرعه الوميضية فإنه يعطي كل قطاع يتولى قراءته من الموجة الطويلة المتدفقة قيمة رقمية. وكلما كان الفولط اقوى كان الرقم اكثر ارتفاعاً وكلما انخفض كان الرقم الموازي له منخفضاً. ونلاحظ في الرسم ان القيمة الدنيا للحرارة هي صفر والعليا تتعدى ٢٥٥ درجة.

يمثل الرسم اعلاه تدفقاً حرارياً طبيعياً ينبغي تحويله من موجات مستمرة متواصلة إلى إشارات قطاعية منفصلة ذات قيم محدودة تمهيداً لتحويل القيم إلى أرقام ثنائية يفهمها الكمبيوتر. ولتحويل الاشارات القياسية المستمرة إلى إشارات رقمية منفصلة يتولى المحول اخذ عينات من الاشارات الواحدة في فترات منتظمة وبسرعة قصوى يجب ان تتعدى ضعف سرعة تردد (Frequency) الاشارات

من البيانات الى الظواهر

يعرض البيانات على الشاشة أو الطابعة، التي تنقل النتائج على صفحة ورقية، مصمم بحيث يترجم الخارج الرقمي إلى أشكال مرئية أو مطبوعة. وهناك أداة خرج رقمية أخرى هي الراسمة التي تتولى تحويل الإشارات الثنائية التي يرسلها الكمبيوتر إلى إحداثيات (Coordinates) دقيقة يعبر خلالها رأس قلم يتحرك ذهاباً وإياباً مكوناً، خلال حركته هذه، الرسم التصويري الذي يمثل الظاهرة الطبيعية المعنية.

مثلاً ان الظواهر الطبيعية القياسية يمكن ان تتحول إلى بيانات رقمية فإنه بالإمكان كذلك تحويل البيانات الرقمية إلى قياسية وبالتالي ترجمة هذه القيم العددية إلى ظواهر. ويتوقف ذلك على نوع أداة الإخراج المستعملة. فالمركب (Synthesizer) الذي يتيح للكمبيوترات ان تحول البيانات إلى صوت مسموع تحتاج إلى ترجمة الخارج الرقمي إلى إشارات قياسية تنشط مكبر الصوت. في حين ان الانبوب الكاثودي المفرغ الذي





ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات

أصبح من الضروري الآن أن نأخذ فكرة عما يحدث داخل الكمبيوتر عندما نبدأ بتشغيله، وأن نتعرف إلى سلسلة الخطوات الإجرائية التي تؤهله للعمل، وفي هذا الفصل والذي يليه نتناول عمليتي التأهيل والتدقيق اللتين يبدأ بهما كل عمل كمبيوتر.

الفصل التاسع عشر تأهيل الكمبيوتر

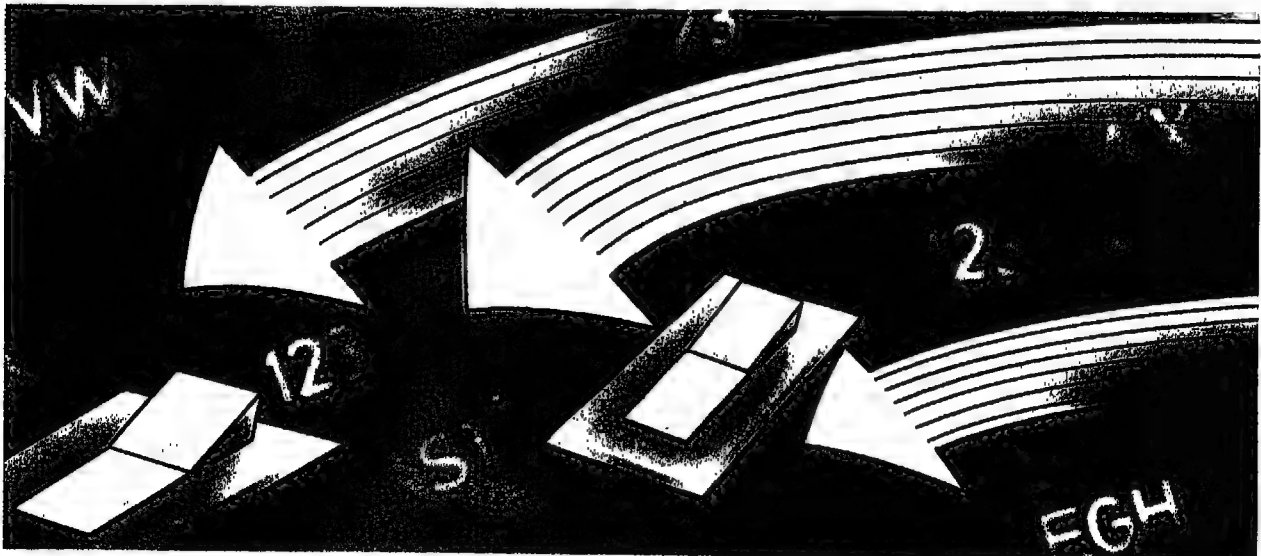
خاصة تعرف بالبدالات المزدوجة الصف (DIP Switches). هنا يتولى العنوان - وهو عبارة عن تسلسل من الفولطات الكهربائية المرتفعة والمنخفضة التي تمثل أرقاما مكونة من واحد وصفر - والذي يمكن ان يتألف من ثمانية بتات او ١٦ او ٢٠ تحديد موقع برنامج التأهيل في ذاكرة روم (Rom). وتختلف برامج التأهيل بين جهاز كمبيوتر وآخر. في بعض الاحيان يعد الكمبيوتر كي يتولى البحث عن مصدر ذاكرة خارجي كسواقة اسطوانات ويتبع عندها اية تعليمات يجدها بانتظاره هناك. في النظام الموضح في الرسم المرفق، يتولى الكمبيوتر البحث عن التعليمات في عدة اجزاء داخلية تابعة للجهاز نفسه.

بعدها تتولى وحدة المعالجة المركزية معالجة برنامج البدء بواسطة بضعة الوف من الخطوات الصغيرة والتي تتمثل في الرسم المرفق بتعليمات مؤلفة من بايت واحد (اي ثمانية بتات). كل بايت يمثل عنوانا او تعليمة معينة او قطعة بيانات موجودة في عنوان معين قد تكون رقما او حرفا ابجديا. ويتحرك كل بايت على شكل تسلسل فولطات مرتفعة او منخفضة ممثلة التعليمات او البيانات باللغة الرقمية الثنائية (واحد وصفر) والتي تتمثل هنا في الرسم بالشرط الاصفر.

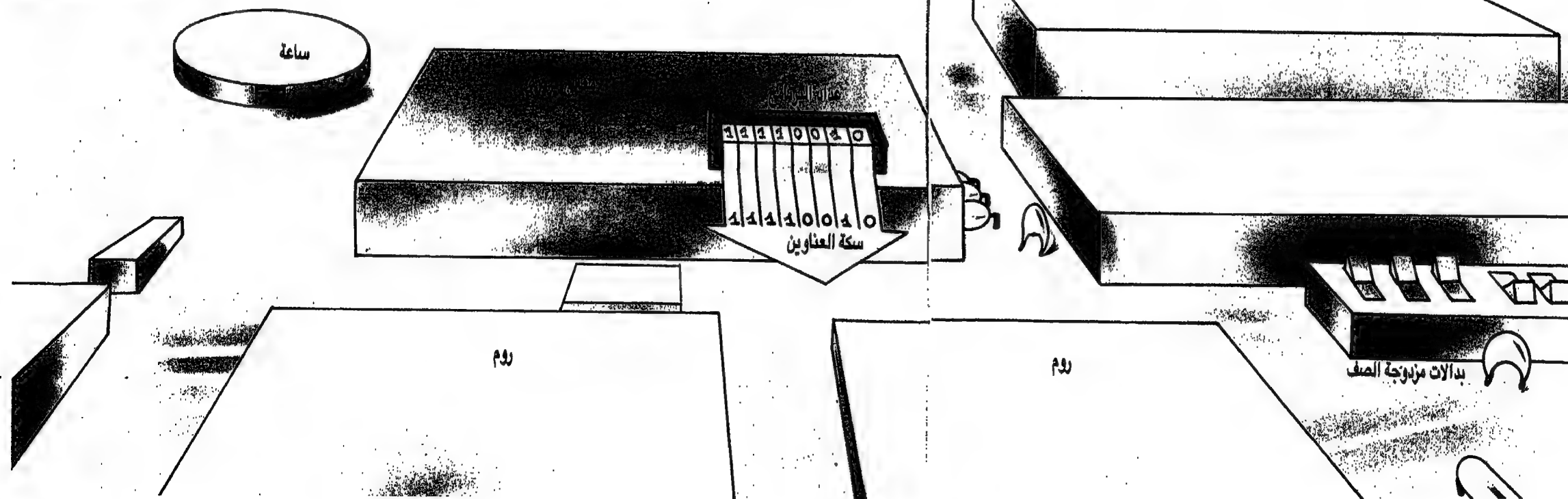
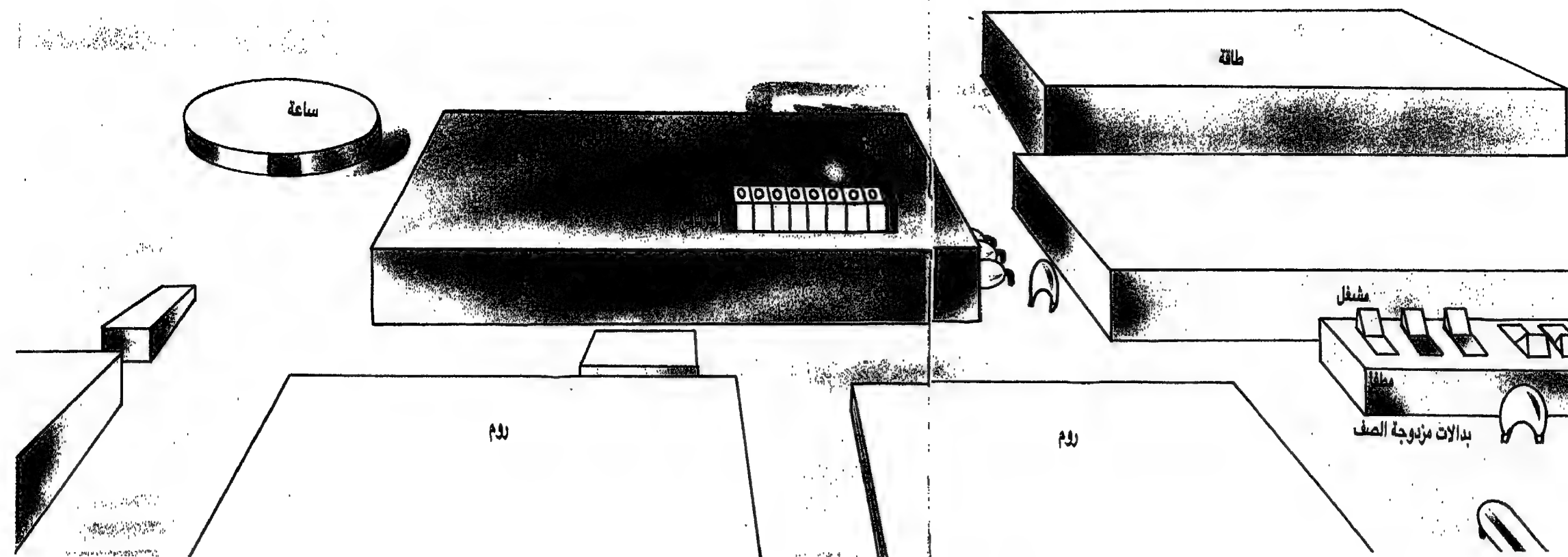
حينما نقوم بتشغيل الكمبيوتر بادارة مفتاح الطاقة، تنتشر الكهرباء في الجهاز وتبدأ سلسلة من الخطوات المقررة سلفا. تبدأ ساعة الكمبيوتر المصنوعة من الكوارتز بإرسال اشارات عبر شبكة الجهاز بمعدل عدة ملايين من النبضات في الثانية الواحدة. وكل عمل يحصل يتم التحكم به وضبطه بواسطة هذه النبضات المستقلة عن اشارات الضبط والتحكم الأخرى التي تحصل في الكمبيوتر.

عند انطلاق اولى الاشارات النابضة للساعة تتولى اشارة اعادة الوضعية (Reset Instruction) بصورة اوتوماتيكية تفريغ جميع دارات التخزين والسجلات المؤقتة العائدة الى وحدة المعالجة المركزية من اية شحنات عارضة يمكن ان تدخلها عبر التيار الكهربائي عند تشغيل الجهاز او متبقية من آخر مرة جرى فيها تشغيل الجهاز. وبتفريغ سجل خاص يطلق عليه عداد البرنامج (Program Counter) فان اشارة اعادة الوضعية تعيد العداد الى الصفر.

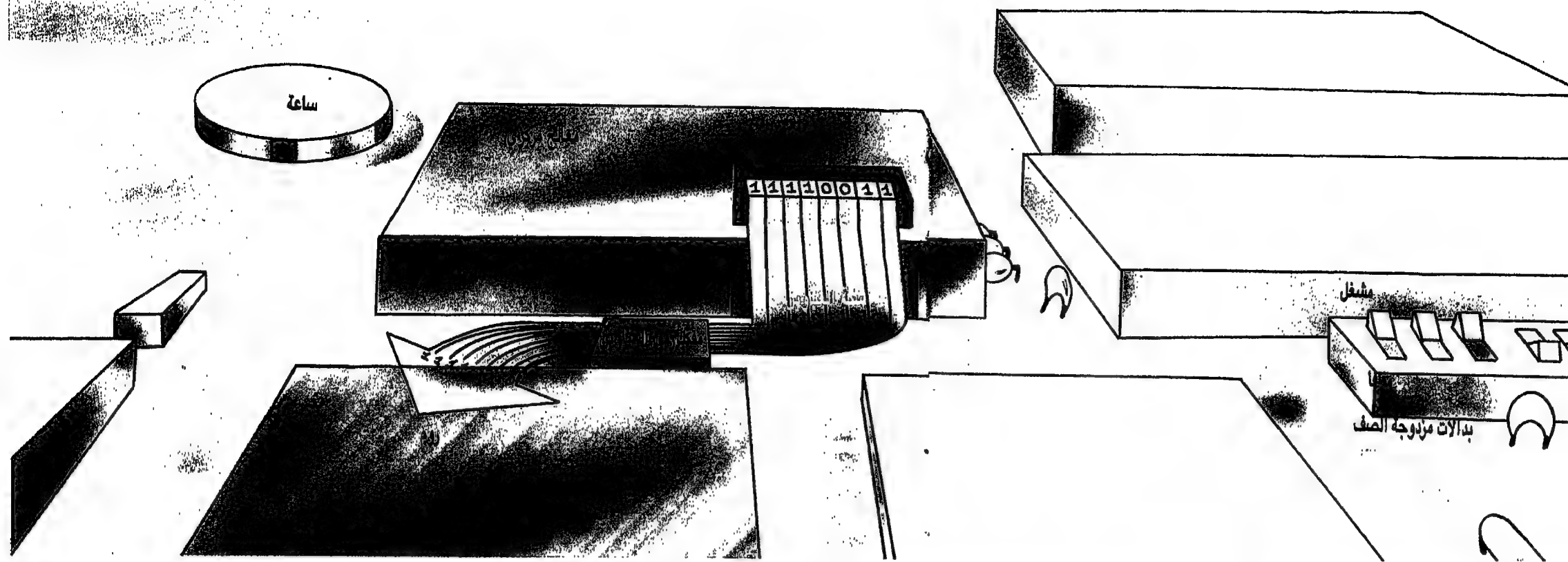
عندها يصبح الجهاز جاهزا لتنفيذ عملية اخرى يطلق عليها التأهيل (Bootstrapping). فعند انطلاق النبضة التالية للساعة يجري تحميل عداد البرنامج عنوانا معدا سلفا من قبل مصنعي الكمبيوتر. ويتم تحميل العنوان بواسطة بدالات



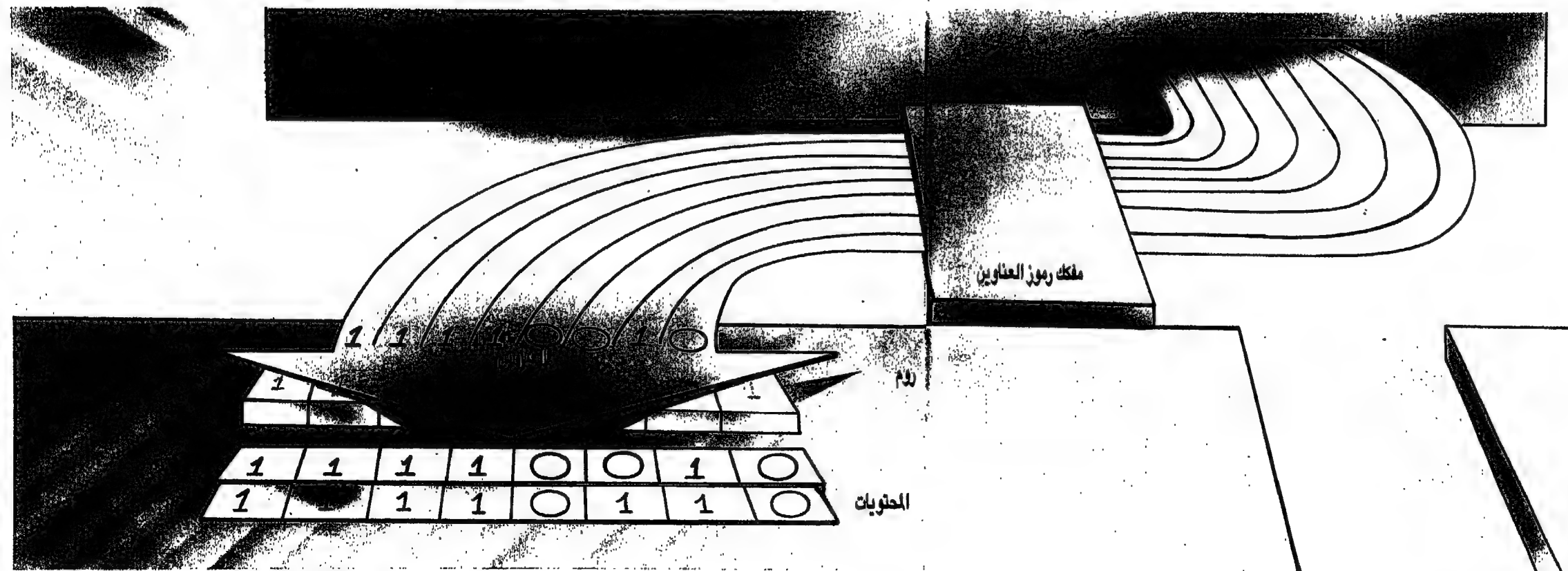
حاليا يزود الجهاز بالطاقة
(الرسم الاعلى، اللون البنفسجي)
تحصل عدة خطوات متتالية
وبسرعة فائقة بحيث تبدو كما لو
انها تجري في وقت واحد. اول
نبضة من نبضات الساعة تتولى
اطلاق اشارة إعادة الوضعية مفرغة
عداد البرنامج الى الصفر. ويقوم
برنامج العداد، الذي يتولى مهمة
الساعي، بإبلاغ وحدة المعالجة
المركزية، بالمكان تكمن فيه
التعليمات التالية. ولدى انطلاق
النبضة الثانية للساعة (الصورة
السفلى لجهة اليمين) يظهر فجأة على
عداد البرنامج عنوان مبرمج سلفا.
في رسمنا المرفق، العنوان هو لموقع
معين في ذاكرة روم وضعت فيه
التعليمة الاولى التي دونت عليها
بصورة دائمة اوامر تشغيل
البرنامج. وعند انطلاق نبضة
الساعة التالية تتولى وحدة
المعالجة المركزية نقل العنوان
المكتوب بلغة رقمية ثنائية من عداد
البرنامج الى سكة (باص) العناوين
(اللون الاصفر). ومع انتهاء
النبضة يكون العنوان التالي في
سلسلة العناوين قد ظهر على
برنامج العداد.



مع نبضات الساعة تتخذ سكة
العناوين النمط الثماني للفولطات
المرتفعة والمنخفضة التي تمثل رقم
عنوان أول تعليمة والقاضية
بتأهيل الكمبيوتر وأعداده للعمل.
كما وأن عنوان التعليمة الثانية
يكون، عندها، قد أصبح جاهزا في
عداد البرنامج. ومع النبضة التالية
تتولى الدارات في مفك رموز
العناوين تحديد موقع العنوان.
وتتولى النبضة الثالثة التالية،
تنبيه الشريحة الملائمة في ذاكرة
روم وأعدادها.



مع استمرار نبضات الساعة
تقوم الدارات التي تتضمنها ذاكرة
روم بتنبيه خلايا الذاكرة (الدوائر
الصفراء في الصورة السفلى) في
الشريحة المختارة. ويلاحظ بأن
الشريط الثنائي العنوان يختلف
عن الشريط الذي يمثل المحتويات
التي يتضمنها العنوان. فالعنوان
يشير فقط إلى مكان حفظ البيانات
وليس إلى مضمون البيانات في
الحالة التي نوضحها بالرسم فإن
المحتويات المكونة من ثمانية بتات
هي الشيفرة الثنائية لأول تعليمة في
سلسلة التأهيل. وطبعاً فإن وحدة
المعالجة المركزية تحتاج إلى قراءة
هذه المعلومات كي تبدأ بدورها
العمل ولكن ينبغي عليها أن تنتظر
إشارة خاصة ونبضة الساعة أيضاً
بذلك.



ادوات تحريك الدالة المنزلقة

وذلك حسب رغبة المشغل. ولكن حينما يلزم نقل الدالة الى ابعاد من موقع واحد او تحريك الاشارة بمرونة وسرعة زائدتين والى مسافات متفاوتة كما يحدث في الالعاب فان المفاتيح لا تلائم مثل هذه المهمة. لذلك صمم المهندسون ادوات تسمح للمشغل بتحريك الدالة بطواعية كاملة. من ابرز هذه الادوات «الفأرة» التي تمسك باليد وتحرك فوق سطح املس وتستطيع نقل الدالة الى الاتجاه المطلوب. والفأرة على نوعين بصري (Optical) (الصورة العليا)، وآلي (Mechanical) (الصورة السفلى).

يعتمد جانب كبير من التواصل بين الكمبيوتر ومشغله على الدالة المنزلقة. وهي المؤشر الالكتروني المضيء الذي تنحصر سهمته في الدلالة على المكان الذي ستتم فيه الخطوة التالية من التعامل مع الكمبيوتر. تتحرك الدالة المنزلقة مستجيبة لتعليمات صادرة عن لوحة المفاتيح. فاذا قمنا بالضغط على اشارة ما (حرف او رقم او رمز) على لوحة المفاتيح تنتقل الدالة موقعا واحدا الى اليمين. كما وان الضغط على احد المفاتيح الوظيفية الخاصة المتعلقة بالدالة ينقل الاشارة الى اي من الجهات الاربع - فوق او تحت، الى اليمين او اليسار -

تمتاز الفأرة البصرية بانها لا تملك اية اجزاء متحركة. وهي تستعمل دائما الى جانب لباد (Pad) مغطاة بمصبعة (Grid) من الخطوط المتعاقبة العمودية والافقية. فحينما نمرر الفأرة فوق المصبعة يتولى الضوء المنبعث من مصابيح داخلية دقيقة انارة السطح. فتقوم عدسة بتركيز شكل الخطوط ثم تعكسها مرآة داخلية على مستشعر (Sensor) يطلق عليه كاشف ضوئي (Photodetector) على اثر ذلك تتم ترجمة المعلومات المكونة في الكاشف الى اشارات ترسل الى الكمبيوتر والذي بدوره يحول الاشارات الى بيانات والبيانات الى حركات تقوم بها الدالة على الشاشة.

صمام ثنائي مضيء

في الفأرة الآلية يجري العمل بطريقة مختلفة. فتحركات الطابعة المتدرجة يجري تعقبها اما بطريقة آلية او بصرية. والجهاز المبين هنا الى جانب هذا النص هو من النوع البصري. تتولى الطابعة تحريك اسطوانتين في اتجاه دائري. هاتان الاسطوانتان مثبتتان في وضع عمودي نسبة الى بعض البعض. كل واحدة تحمل قرصا مغزما على احد طرفيها. يتولى القرص اعترض الضوء المنبعث من صمام ثنائي مضيء (Light-emitting diode-LED) وتتولى ترانزستور ضوئي (Photo-transistor) الطرف الاخر للقرص، تسجيل نبضات كهربائية معبرة عن اشارات حركية. هذه الاشارات ترسل الى الكمبيوتر الذي بدوره يحول الاشارات الى حركات تقوم بها الدالة على الشاشة.



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات

بدأنا في الفصل السابق التعرف إلى عملية التأهيل التي يبدأ بها كل عمل كمبيوترى وذلك ضمن إطار تقديم فكرة عما يحدث داخل الكمبيوتر عندما نبدأ بتشغيله، والإلمام بسلسلة الخطوات الإجرائية التي تؤهله للعمل، وفي هذا الفصل نتابع شرح عملية التأهيل.

تأهيل الكمبيوتر ٢/

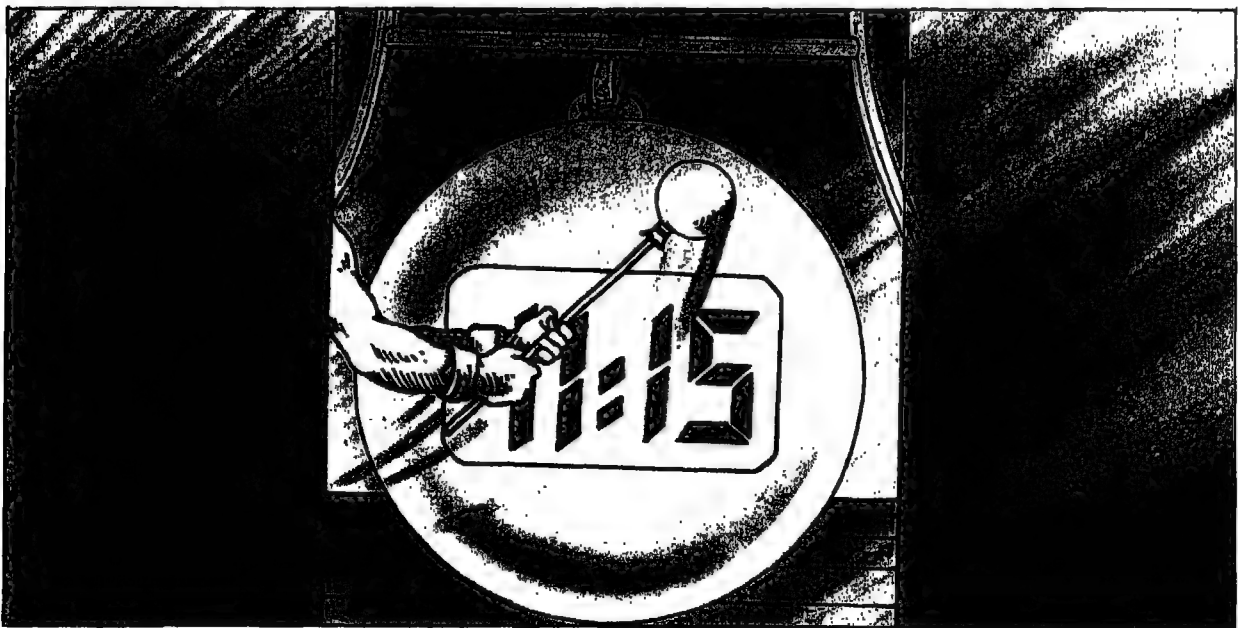
التي تمثل ارقاما مكونة من واحد وصفر والغاية منه تحديد موقع برنامج التأهيل في ذاكرة روم (Rom).

بعدها تتولى وحدة المعالجة المركزية برنامج البدء بواسطة سلسلة من الخطوات الصغيرة التي يصل عددها الى الالف الخطوات. مع كل نبضة للساعة تتخذ البيانات على سكة العناوين النمط الثماني اي تتألف من ثمانية بتات تمثل مكان وجود اول تعليمة والقاضية بتأهيل الكمبيوتر واعداده للعمل. في الوقت نفسه يكون عنوان التعليمة الثانية، قد اصبح جاهزا في عداد البرنامج. ومع النبضة التالية تتولى الدارات تفكيك رموز العناوين وتحديد موقع العنوان. ومع النبضة الثالثة التالية يجري تنبيه الشريحة الملائمة في ذاكرة روم واعادها لاستقبال التعليمات.

تبدأ عملية التأهيل فور تشغيل الكمبيوتر بادارة مفتاح الطاقة وانتشار الكهرباء في الجهاز ومعه تبدأ سلسلة من الخطوات المبرمجة. واول ما يتحرك هو ساعة الكمبيوتر التي تقوم بارسال اشارات ايقاعية منتظمة مهمتها الايدان بكل عملية من ملايين العمليات التي يقوم بها الكمبيوتر.

عند انطلاق اولى الاشارات النابضة للساعة يتم تفريغ جميع دارات الكمبيوتر وسجلاته العائدة الى وحدة المعالجة المركزية لجعله مستعدا لتقبل التعليمات الجديدة. وحالما يتم ذلك نلاحظ ان عداد البرنامج يعود الى الصفر.

عندها يصبح الجهاز جاهزا لتنفيذ عملية التأهيل. فعند انطلاق النبضة التالية للساعة يجري تحميل العداد عنوانا على شكل تسلسل من الفولطيات الكهربائية المرتفعة والمنخفضة

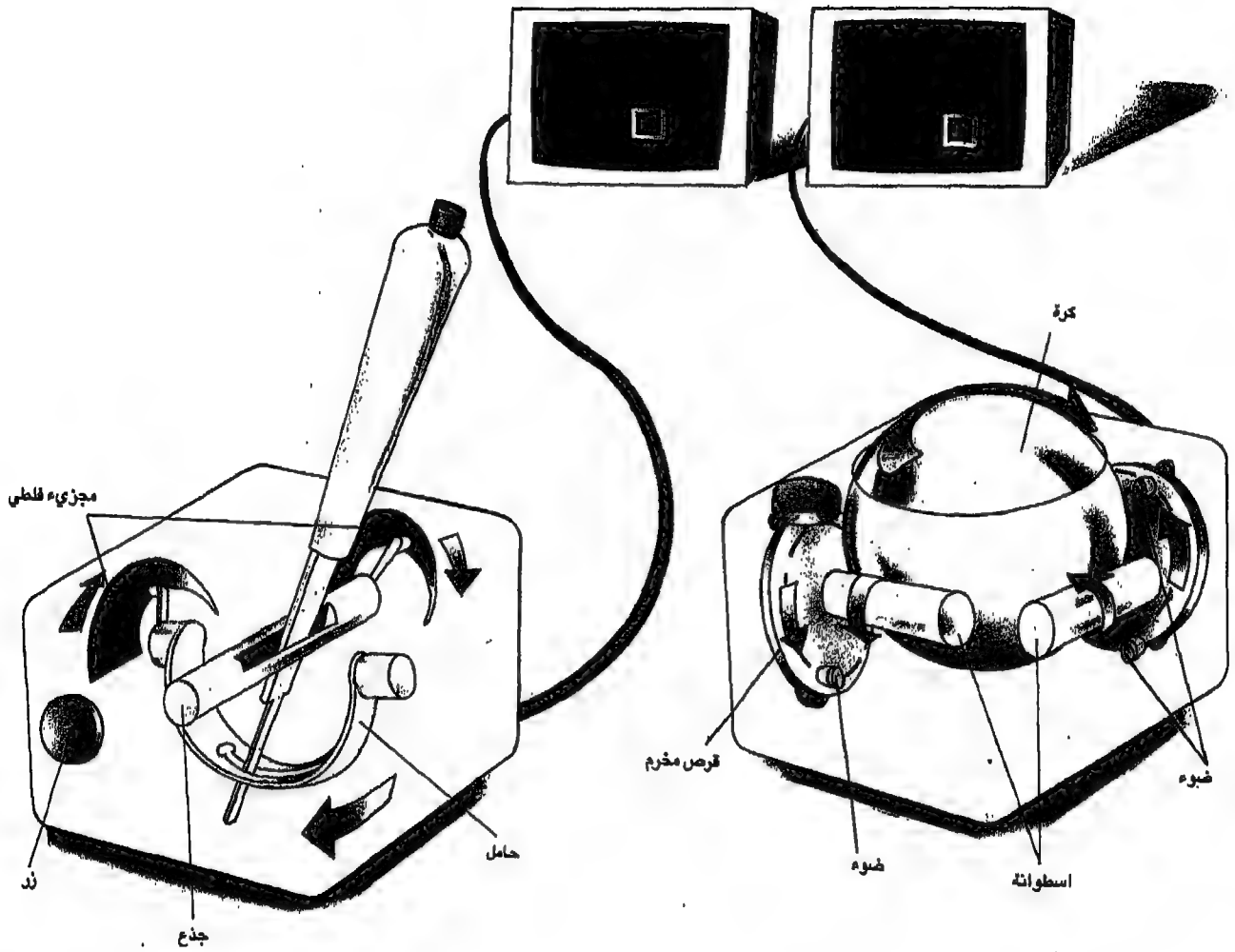


حينما تنبض الساعة نبضتها التالية
تعمد وحدة المعالجة المركزية الى ارسال
اشارة ضوئية، تشير بـ «اقرأ» الى شريحة
روم. فتقوم هذه فوراً بنقل البيانات
وتجهيزها على سكة البيانات. ومن
الضروري ان يتم ذلك بحسب هذا
التسلسل من اجل ضمان عدم ارسال اية
بيانات عبر السلك الداخلي ما لم يتم تنبيه
الجهة المعدة لتسلمها ولضمان ذلك يتم
تحديد نبضة الساعة و«اشارة» «اقرأ» عبر
بوابة و. وما لم تكن كلتا الاشارتين
صحيحتين، فان الاوامر تتوقف. (من اجل
معرفة طريقة عمل البوابات المنطقية
يراجع الفصل الثالث عشر).

حينما، تستقر البيانات المختارة من
العنوان المحدد المطلوب في ذاكرة روم على
سكة البيانات فانها تعود مجدداً الى وحدة
المعالجة المركزية. عندما تنبض الساعة
نبضة تالية تلتقط منها وحدة المعالجة
المركزية البيانات من السكة وترسلها الى
موضع خاص فيها هو مركز السجلات. ولما
كانت هذه الدفعة من البيانات التي
تتسلمها وحدة المعالجة المركزية هي اول
دفعة منذ ان بدأنا تشغيل الجهاز، فانها
تفهم البيانات على انها تعليمات ينبغي فك
رموزها لدى صدور نبضة جديدة من
الساعة. ان هذا التسلسل: عداد
البرنامج، سكة العنوانين، ذاكرة روم،
سكة البيانات، فك رموز التعليمات سوف
يتكرر مئات المرات الى ان يتم نقل جميع
البيانات التي تشكل تعليمة التاهيل الى
وحدة المعالجة المركزية حيث يجري
تنفيذها واحدة تلو الاخرى. ومع انتهائها
تكون عملية التاهيل قد تمت.

مابط الألعاب

حينما يتعلق الامر بالالعاب والرسوم التصويرية الكمبيوترية فهناك ادوات اكثر تخصصا لتحريك الدالة المنزلقة. ابرز هذه الادوات المسلاة القياسية (Analog Joystick) وكرة الاقتفاء (Trackball).



تتضمن المسلاة القياسية على مجزئين فلطيين (Potentiometer) مثبتين بشكل متقاطع، أي أن جذع الاول يتقاطع بزاوية تسعين درجة مع حامل الثاني. تتمحور قاعدة المسلاة على كل من جذع المجزئ الاول وحامل المجزئ الثاني. يتولى أحد المجزئين تسجيل التحركات العمودية، في حين يتولى الثاني تسجيل التحركات الأفقية. وحينما تتحرك المسلاة يتدحرج الجذع الأعلى باتجاه في حين يتحرك الحامل في اتجاه آخر. ويتولى الكمبيوتر تسجيل عينات الفلطات المتنوعة التي يتلقاها من كل مجزئ فلطي ويحولها الى حركات للدالة المنزلقة على الشاشة.

تعمل كرة الاقتفاء على غرار الفارة الآلية ولكن عوضاً عن تحريك الاداة كلها فوق سطح اللبادة فاننا نحرك الكرة وحدها في حين تبقى الاداة ثابتة في مكانها. تقوم اقراص مخرومة في نهاية اسطوانتين باعتراض شعاعين ضوئيين وعندها تتولى خلية كهروضوئية استشعار النبضات الضوئية وبثها على شكل معلومات الى الكمبيوتر. وبدوره يترجم الكمبيوتر المعلومات الى حركات للدالة المنزلقة.



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	الشاهيل	الطريفات

يبدأ كل نشاط كمبيوترى بعمليتين هما التأهيل أي إعداد الكمبيوتر لتلقي التعليلات الجديدة فور تشغيله بعد أن يكون مطفأاً والتدقيق أي سلسلة عمليات التدقيق الذاتية التي يقوم بها الكمبيوتر للتثبت من أن كل شيء على ما يرام وأن الكمبيوتر أصبح جاهزاً للتعليلات. في فصلين سابقين عرضنا عملية التأهيل، وفي هذا الفصل نعرض كيف تتم عملية التدقيق.

الفصل الحادي والعشرون عملية التدقيق

المعالجة المركزية. فتقوم وحدة المعالجة المركزية بمطابقة البايث والواحد اليها مع البايث الذي كانت قد أوفدته هي، فإذا كان الاثنان متماثلين كانت نتيجة التدقيق ايجابية أي سليمة.

أن تدقيق كل شريحة بصورة كاملة يتطلب من وحدة المعالجة المركزية اجراء هذا الاختبار ٥٣٦ ٦٥ مرة. لكن خلال ذلك تكون شرائح اخرى قد اختبرت بدورها. فإذا وجدت وحدة المعالجة المركزية اية اخطاء تقرر عندها أن بعض اجزاء رام معطوبة وينبغي عدم استعمالها.

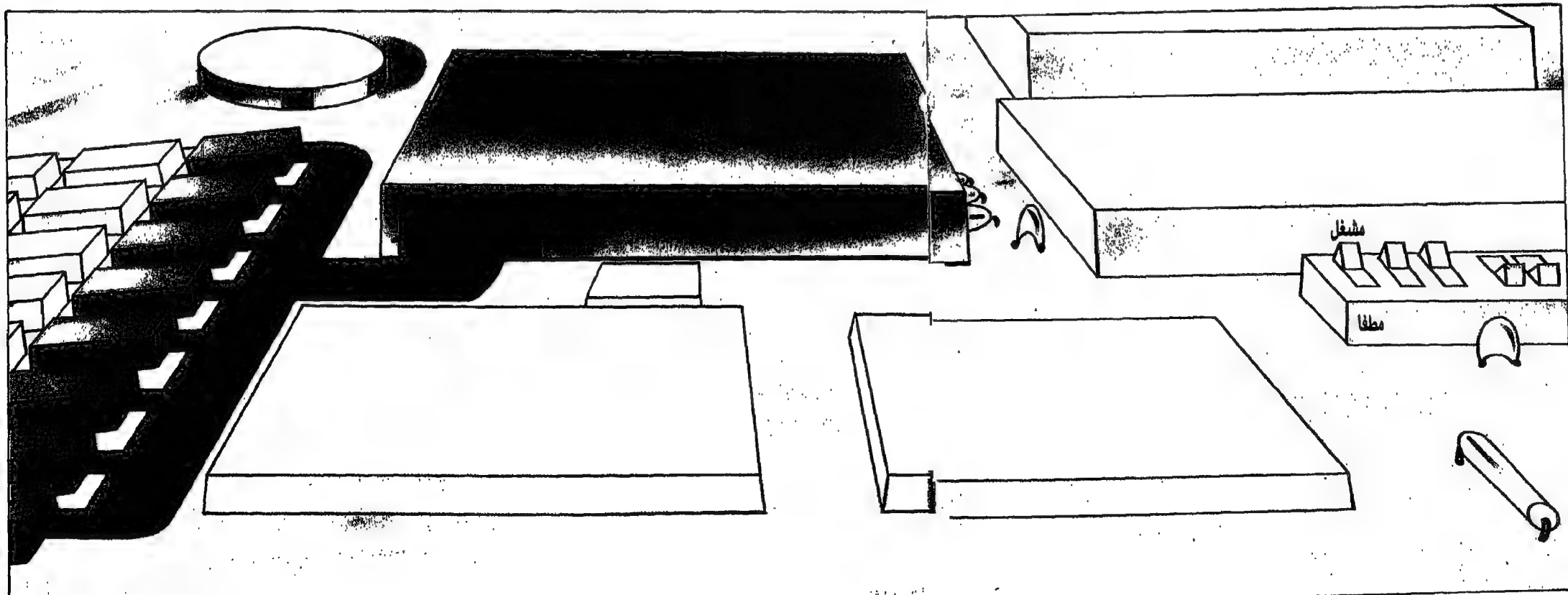
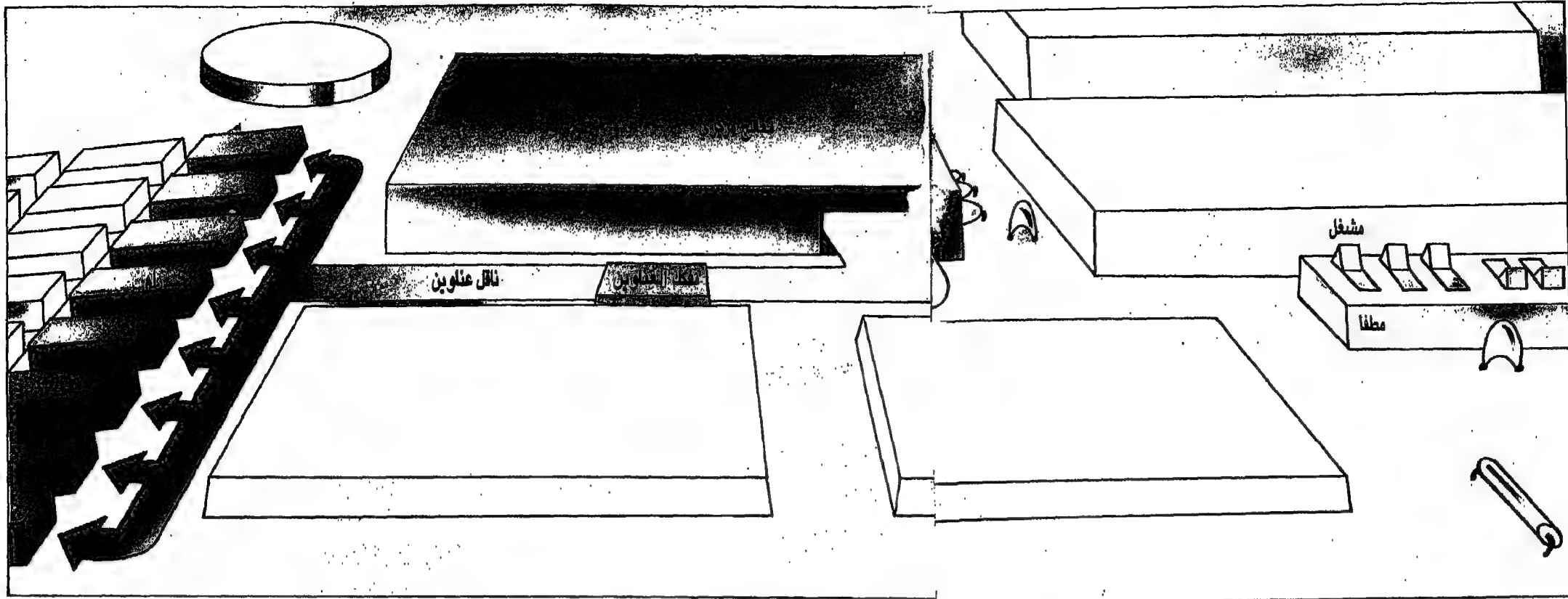


فور انتهاء عملية التأهيل التي تتم بسلسلة اجراءات بفاصل لا يتجاوز ٣٠ نانو ثانية بين الواحد والاخر (النانو ثانية هي جزء من بليون من الثانية) تبدأ عندها عملية التدقيق التي تتولاها شريحة رام وهي شريحة الذاكرة القابلة للقراءة والكتابة. والغرض من عملية التدقيق هذه هو التثبت من أن جميع شرائح الكمبيوتر تعمل بانتظام. ويدورها فإن هذه العملية تتألف من ملايين الاجراءات المنفصلة. اما الوقت الذي تستغرقه - وهو لا يتجاوز عادة بضع ثوان - فيتوقف على سعة ذاكرة الكمبيوتر.

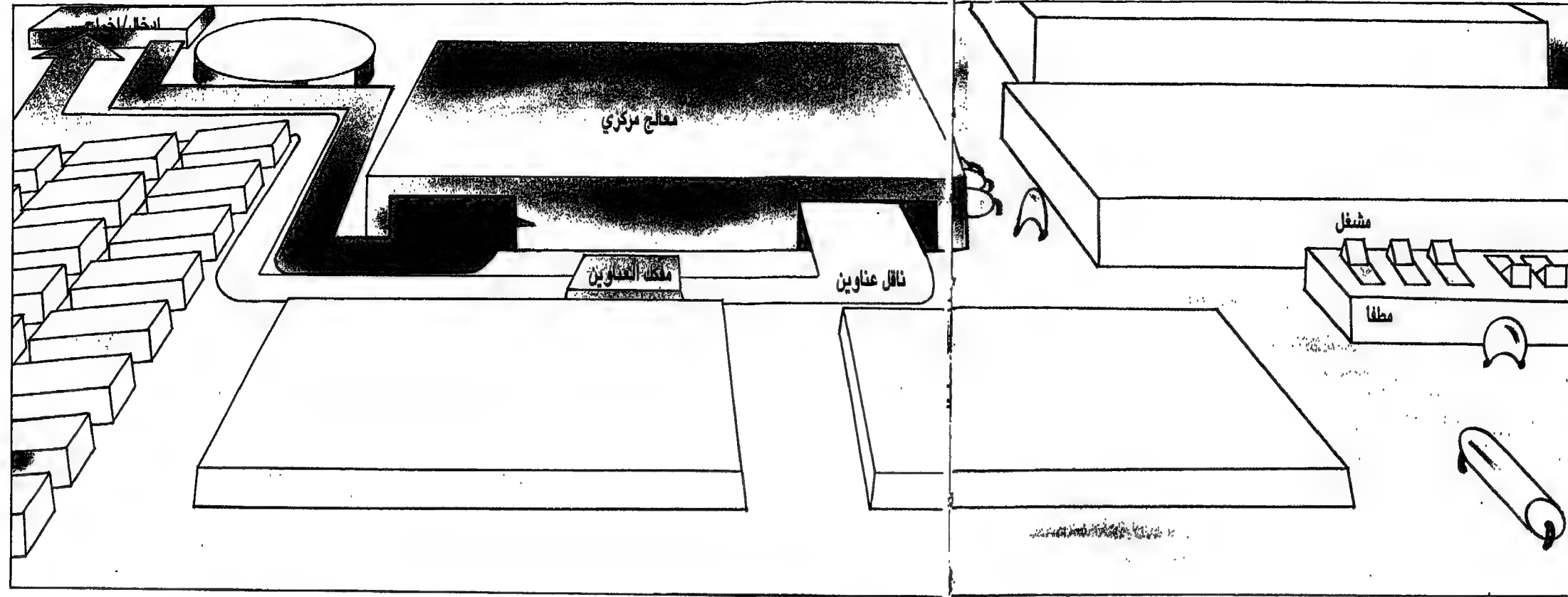
تعتبر عملية التدقيق التي تقوم بها شريحة رام معقدة لسببين: الاول هو أن ذاكرة رام الامتياضية سعتها ٦٤ ك. ب. من المعلومات أي ٦٥٥٣٦ بتا من المعلومات (كل ك. ب. يساوي ١٠٢٤ بتا). والثاني هو أن هذه الشرائح الدقيقة تخزن المعلومات الالكترونية بطريقة مختلفة كلياً عن الطريقة التي تخزن فيها شريحة روم (ذاكرة قراءة فقط) المعلومات. فإذا عدنا الى رسوم الحلقتين السابقتين، نلاحظ أن وحدات المعلومات في ذاكرة روم والمؤلفة من ثمانية بتات والتي تقرأها وحدة المعالجة المركزية موجودة على شريحة واحدة. في حين أن البتات الثمانية المخزنة في ذاكرة رام والتي تشكل وحدة معلومات محفوظة في ثماني شرائح مختلفة ويتسلسل ثابت. هذا الاسلوب لا يتيح لمصمم الكمبيوتر الافادة القصوى من المساحة المخصصة للخرن فحسب وإنما تسليكا (Wiring) أفضل على عارضة (Board) الكمبيوتر.

وكي يتم التأكد من انه لا توجد اية شريحة معطوبة في ذاكرة رام تقوم وحدة المعالج المركزية على سبيل الاختبار بإرسال مجموعة من البيانات عبر سكة (باص) العناوين (اللون الاصفر) الى عنوان معين. فيقوم مفك رموز العناوين بتنبيه كل شريحة من الشرائح الثماني والتي سوف تحتفظ كل واحدة منها ببيت واحد من البيانات، وحينما يتأكد من أن كل شيء على ما يرام يحفظ كل بت في شريحة. بعد ذلك تطلب وحدة المعالجة المركزية قراءة البيانات التي تم خزنها للتو. فيقوم مفك الرموز، من جديد، بتنبيه الشرائح الثماني بإرسال كل بت تلو الآخر عبر سكة البيانات (اللون الازرق) الى وحدة

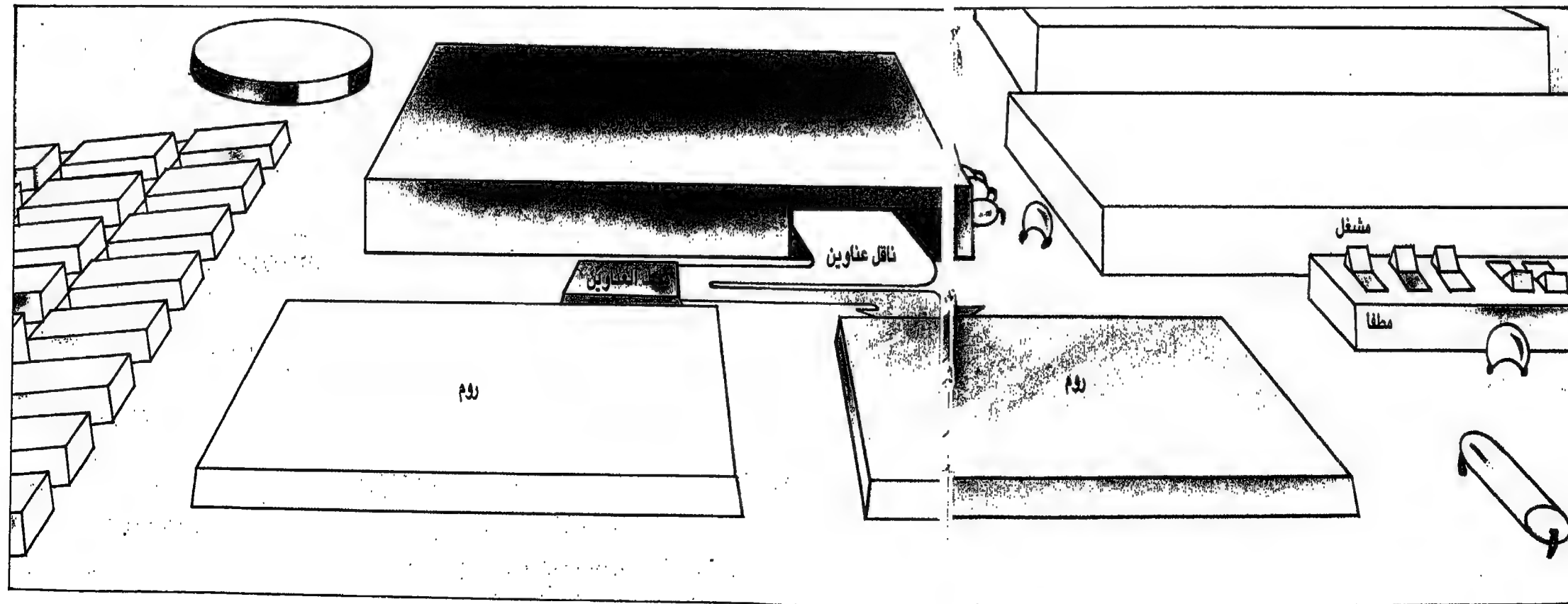
لاختبار ذاكرة روم (ذاكرة للقراءة والكتابة) تتولى وحدة المعالجة المركزية «كتابة» بمعنى ارسال، قطعة نموذجية من البيانات الى كل موقع في الذاكرة (الرسم اعلاه). ومن اجل كتابة بايت واحد (اي ثمانية بتات، وكل بت يمثل حرفا او اشارة) على ذاكرة رام يتولى مفك رموز العناوين البحث عن ثماني شرائح منفصلة، كل واحدة منها تخزن بتا واحدا من البيانات ولكنها تشكل معا عنوانا واحدا. وحينما يتم تخزين البيانات الاختبار هذه في ذاكرة رام لجزء بسيط من الثانية تشير وحدة المعالجة المركزية برغبتها في قراءة البيانات في واحدة من سجلاتها (الرسم الاسفل). وكل شريحة تحتفظ بببت هو جزء من بايت كامل يشكل وحدة الاختبار ويطلق عبر سكة البيانات. فيتم نقل البايت بكامله ثانية الى وحدة المعالجة المركزية للمطابقة بين البيانات المرسله وتلك العائدة. هذه الدورة تتكرر الى ان يتم اختبار كل شرائح ذاكرة رام.



بعد ان يتم اختبار شرائح الذاكرة يتولى الكمبيوتر اجراء اختبار مشابه على بوابات الادخال والاخراج، ويتولى برنامج خاص ارسال تعليمات تلو الاخرى لاجراء الاختبار وعلى نفس المنوال المفصل انفا. فتقوم وحدة المعالجة المركزية بارسال سلسلة من الاشارات المتكررة الى البوابات عبر القسم الخلفي لعارضة الكمبيوتر. بعد ذلك يتم تدقيق بوابات المراقب والطابعة وغيرهما من الاجهزة الملحقة.



آخر ما يتلقاه برنامج تاهيل الكمبيوتر على صعيد التدقيق هو مجموعة تعليمات تبلغ وحدة المعالجة المركزية امر تدقيق شريحة روم خاصة لاستخراج التعليمات التالية. هذه الشريحة تتضمن لغة داخلية تكون عادة مكتوبة بلغة بايسيك (Basic) او برنامجا ضمنيا للمستخدم مثل معالج نصوص. خلال ثوان من ادارة الجهاز تنتقل عملية التدقيق والضبط في الكمبيوتر الى هذا البرنامج او الى هذه اللغة. فتظهر رسالة على المراقب مشيرة الى ان الجهاز اصبح جاهزا. هذه الرسالة تختلف بين جهاز وآخر، وقد تكون رسالة ترحيب ودية. ولكنها في اغلب الاحيان عبارة: «جاهز» (Ready).



ما هو؟	كيف يعمل؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطرفيات



بعد أن عرضنا في ٢١ فصلاً مُكوّنات الكمبيوتر ولغته الإلكترونية ومنطقه الرياضي والدارات الثنائية التي تُسيّر والطريقة التي يتم بها تأهيله للعمل، نبدأ مع هذا الفصل استعراضنا للأجهزة الأساسية المُلحقة بالكمبيوتر وطريقة عملها.

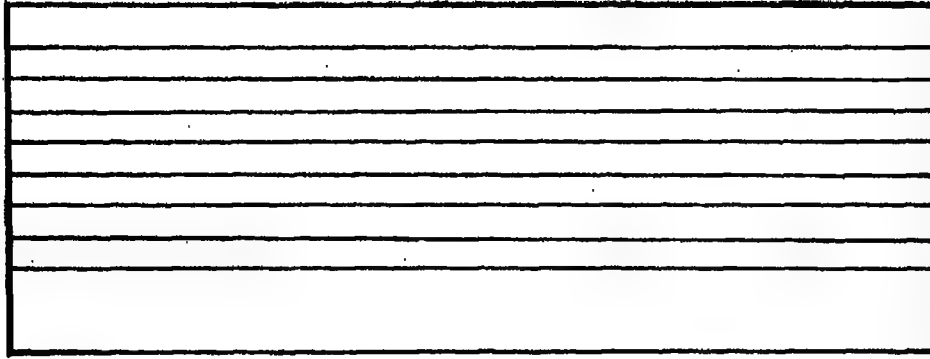
لوحة المفاتيح

الفصل الثاني والعشرون

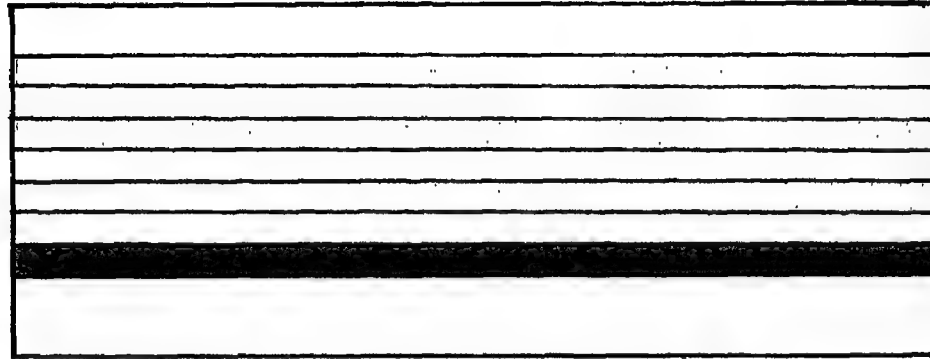
فمفاتيح الآلة الكاتبة هي أشبه بزنادات تطلق، عند الضغط عليها، حركة آلية تؤدي إلى طباعة الحرف أو الرمز على الورق. في حين أن لوحة المفاتيح الكمبيوترية تقوم بدور

تبدو لوحة المفاتيح مثل الواجهة الامامية للآلة الكاتبة. فهي تحتوي، بدورها على مجموعة مفاتيح طبع على كل واحد منها حرف أو رقم أو رمز أو أمر. وكل ما عدا ذلك مختلف.





تحت كل لوحة مفاتيح تكمن شبكة من الأسلاك. وكل مفتاح يتمركز فوق تقاطع شبكي يؤدي تماس كل سلكين متعارضين فيه إلى إغلاق التماس الكهربائي. ونظرا إلى أن كل مفتاح يؤثر في وقت واحد على خط أفقي وآخر عمودي من الشبكة فإن المعالج الصغري للوحة المفاتيح لا يتطلب سوى رصد الخطوط الأفقية لأنها أقل عددا من الأعمدة. ويتولى المعالج ذلك باستخدام التيار الكهربائي لمسح كل صف على التوالي وذلك عدة آلاف من المرات في الثانية الواحدة. وعملية المسح هذه تجري سواء كنا نستخدم لوحة المفاتيح أم لا.



قد يستمر المسح الوف المرات دون أية نتيجة إيجابية إلى أن تضغط نحن على أحد المفاتيح. وعندها يكتشف المعالج صفافيا حصل فيه إغلاق للدائرة الكهربائية. ومن أجل أن يحدد المعالج المفتاح الفعال، أي المفتاح الذي تم ضغطه على ذلك الصف يبدأ عندها وعندها فقط يمسح الأعمدة ليكشف عن الخط العمودي الذي تم التماس بينه وبين خط المفتاح.



ونظرا إلى أن مفتاحا واحدا فقط يمكن تفعيله على اللوحة فوق نقطة معينة من تقاطع الصفوف والأعمدة فإن المفتاح المضغوط يتحدد بسرعة. فيسجل المعالج موقعه ويثبت المعلومات عند المواقع كرمز مفتاحي (Key code). وعندما يتابع المعالج مسح اللوحة بحثا عن ضربات مفاتيح أخرى فإنه يتجاهل المفتاح المضغوط إلى أن يحضره الطابع برفع أصبعه عن المفتاح، فمسحا الجال لتحديد مواقع مفاتيح مضروبة أخرى طوال فترة استمرار الضغط على المفتاح الأول.

بلاستيكية. هذا النوع من اللوحات يستخدم عادة للتحكم بالكمبيوترات التي تقوم بعمليات محدودة الخرج. فقد نشاهد منها في المطاعم أو المصانع حيث تحمل إشارات محددة مثل «ابدأ» أو «توقف» أو رموزا تمثل أنواعا محددة من الأصناف المعروضة للبيع. وفي الواقع أن المفاتيح الغشائية لا تصلح للأعمال التي تنطوي على مقادير كبيرة من البيانات.

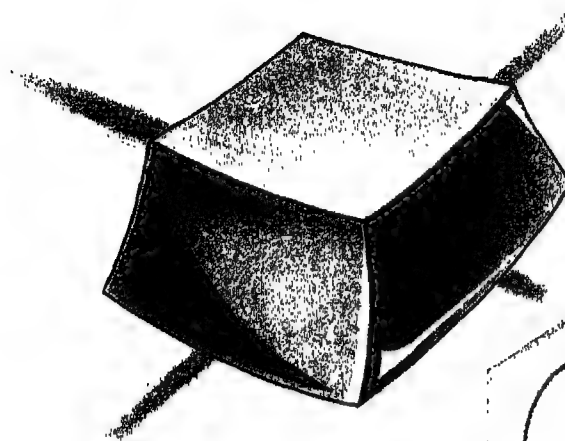
مختلف. فهي تطلق إشارات كهربائية تسجل مكان ضربات المفاتيح وتسلسلها. هذه الإشارات تؤدي معاني مختلفة كما وأن النتيجة المباشرة لها غير ظاهرة بالنسبة للجالس وراء الجهاز.

رغم أن لوحات المفاتيح التي تستخدم مفاتيح شبكية بمفاتيح الآلات الكاتبة هي الأكثر شيوعا فإن هناك أنواعا من لوحات المفاتيح مجهزة بلوحات غشائية (Membrane Panels) - هي عبارة عن بدالات لمسية - الاحساس تبطن سطحا

أن الإشارة التي يولدها المعالج الصغري للوحة المفاتيح لا تعني سوى التفسير الواحد المعطى للرمز في الجدول الذي يحتويه الكمبيوتر. وقيل أن يتمكن الكمبيوتر من معالجة رمز ما عليه أن يفسر الرمز ويحوله إلى معلومات ذات معنى. ولهذا يصار إلى تزويد كل كمبيوتر بكشاف الكتروني جدولي. Look - up table

يربط كل رمز بقيمة رقمية ثنائية ويلجأ إليه الكمبيوتر ليحدد قيمة الحرف الأبجدي أو الرقم أو الرمز المضروب. ويتواجد الكشاف الجدولي في ذاكرة الكمبيوتر الثابتة أو في لوحة المفاتيح نفسها. وعادة فإنه يحدد معاني المفاتيح على ضوء استعمالاتها الشائعة المتداولة. على أن بعض البرامج تتطلب جداول مختلفة تعطي المفاتيح معاني أخرى تتلائم

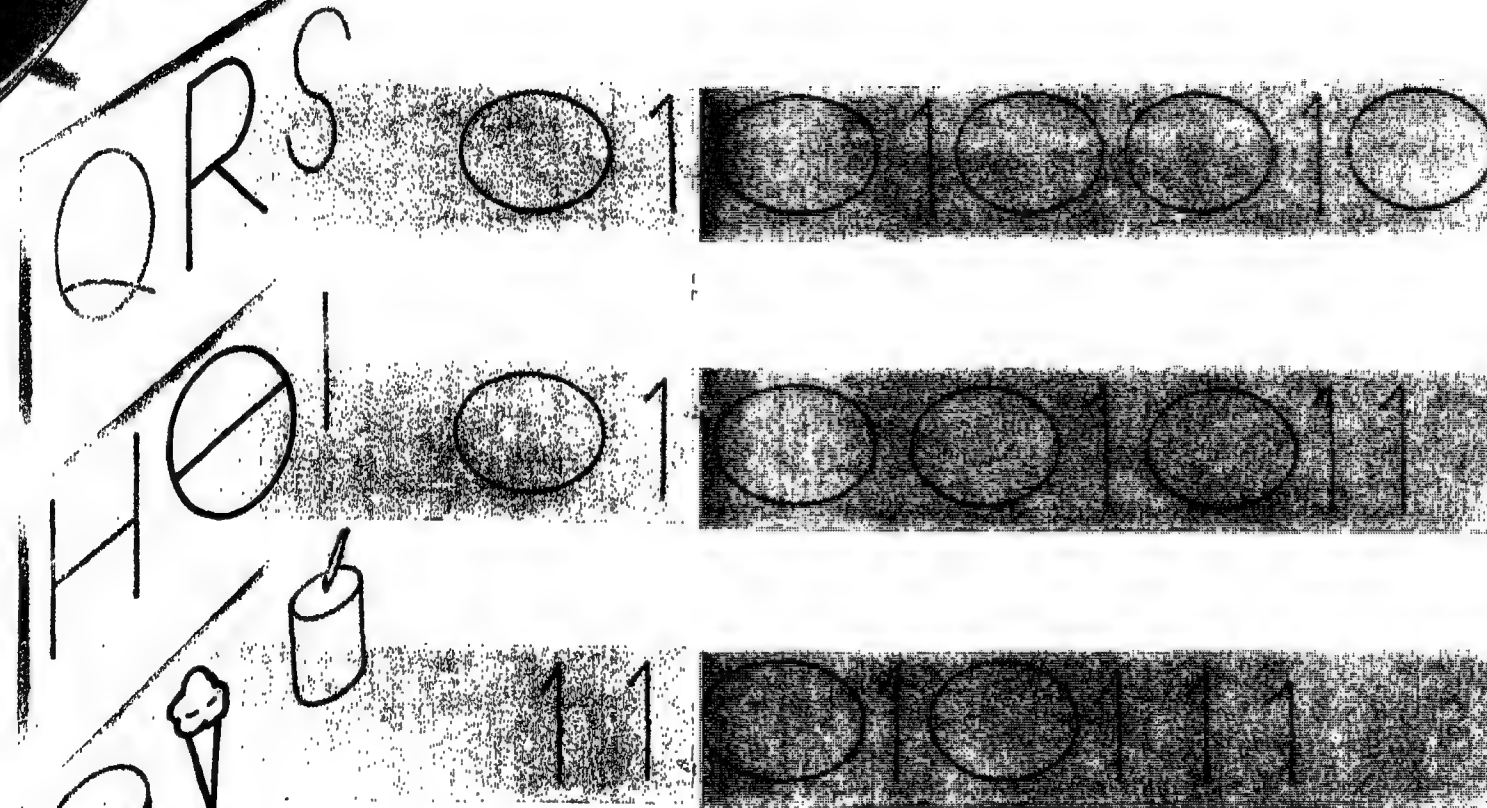
والاستعمالات الخاصة أو الإضافية المرسومة للكمبيوتر. وهكذا فإن الكمبيوتر الذي يعالج مفاتيح تشتمل على حروف رومانية وأرقام عربية يستطيع أن يعطي نفس المفاتيح معاني أخرى تنطبق على اصناف شرائية أو رموز رياضية. وغالبا ما تعتمد في الكمبيوترات جداول رموز خاصة لترجمة الحروف والأرقام إلى لغة ثنائية. هذه الجداول معروفة بقائمة اسكي المعاييرة والتي تستخدم ١٢٨ رقما ثنائيا لتحويل الأحرف العليا والسفلى والأرقام والرموز الطباعية وعدد من الكودات الامرية التي تأمر الكمبيوتر للقيام بمهام معينة كترك فراغ بين كلمة وأخرى أو العودة إلى الوراء أو زن جرس، إلى اللغة الرقمية الثنائية التي يفهمها الكمبيوتر.



الر تلي رمز مفتاحي يبعد عن مكان المفتاح المضغوط يلجأ الكمبيوتر إلى كشف جدولي - Look (up table) ليحدد المعنى الذي يجب أن يعطيه لذلك المفتاح. هذا الجدول هو قائمة رموز اسكي. وفي مثلنا المرفق فالرمز يعني حرف (R) اللاتيني والذي يمثل الرقم الثنائي 01010010

وعلى افتراض أننا نستخدم لغة غير اللاتينية لتكن اليونانية مثلا، فإن الكمبيوتر يعتمد على جدول آخر ليحدد بواسطة معاني الرمز المفتاحي وسوف يجد أن الحرف هو ثيتا والذي يمثل الرقم الثنائي 01001011

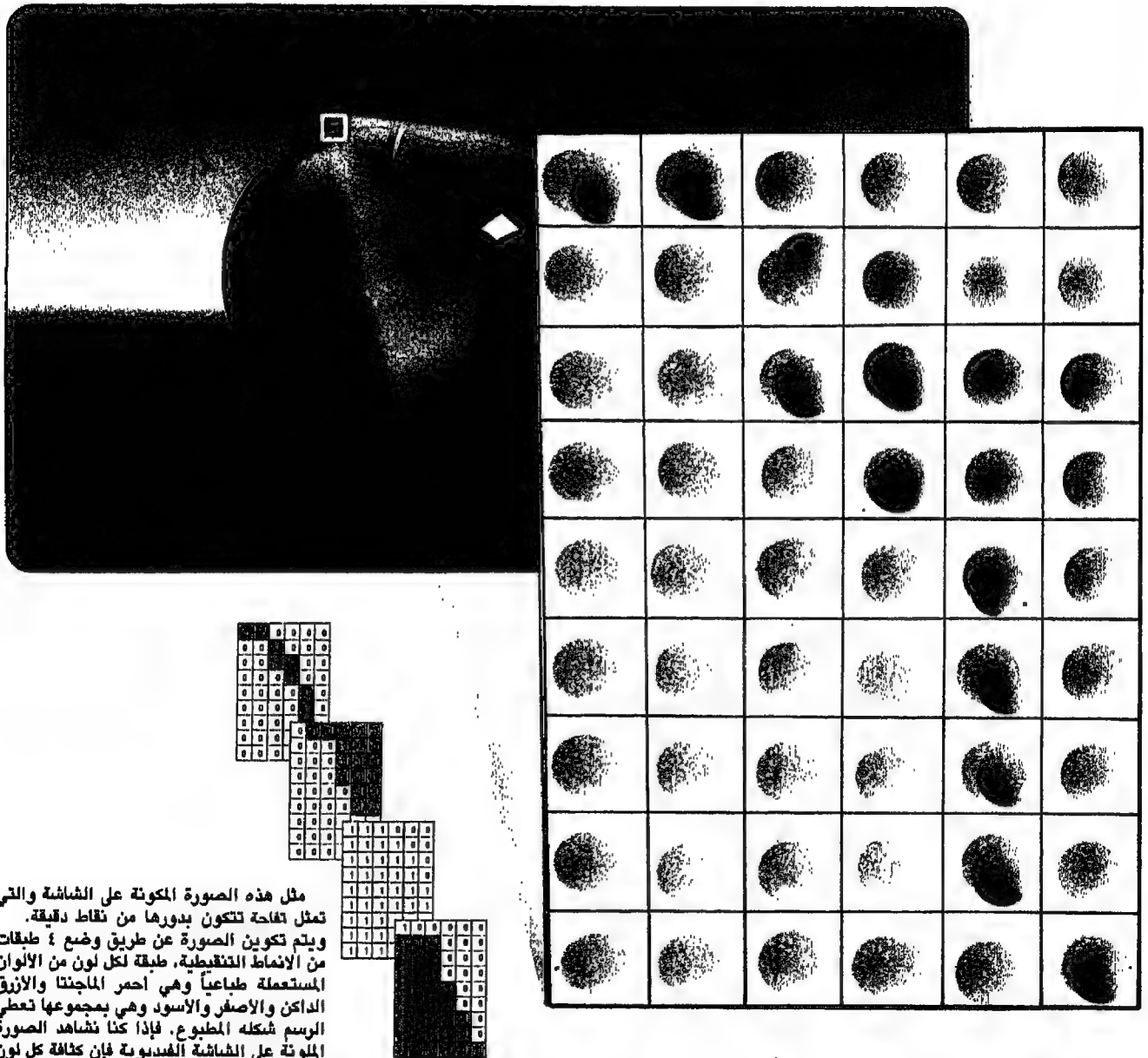
وقد يكون المفتاح رمزا لا يمثل حرفا انجديا، كان يكون إشارة لقرن البوطة (الاييس كريم). وبواسطة جدول خاص يفهم الكمبيوتر أن الرمز المفتاحي الذي تلقاه يعني أن ما حصل بيعة هو البوطة. ويستطيع الكمبيوتر الذي يعمل بنظام رقمي فعائي أن يقرأ ٢٥٦ رمزا وبالتالي صنفًا مختلفًا.



ذاكرة مولد الحروف التعليمات الخاصة بكل شكل ويستدعيها واحدة تلو الأخرى لترجمتها وعرضها على الشاشة أو الطباعة.

بالنسبة للصور تستعمل قوالب مشابهة تتيج تكوين رسوم صغيرة كالأشكال المتحركة في ألعاب الفيديو (من صواريخ وطائرات إلى كائنات فضائية الخ...) ولكن معظم الرسوم التصويرية تعالج كما لو أن كل رسمة هي فريدة من نوعها وجديدة. كما وأن الكمبيوتر يعالج الرسم ككل وليس على صورة أجزاء حتى وإن كان تنفيذ الرسم يبدأ نقطة تلو الأخرى.

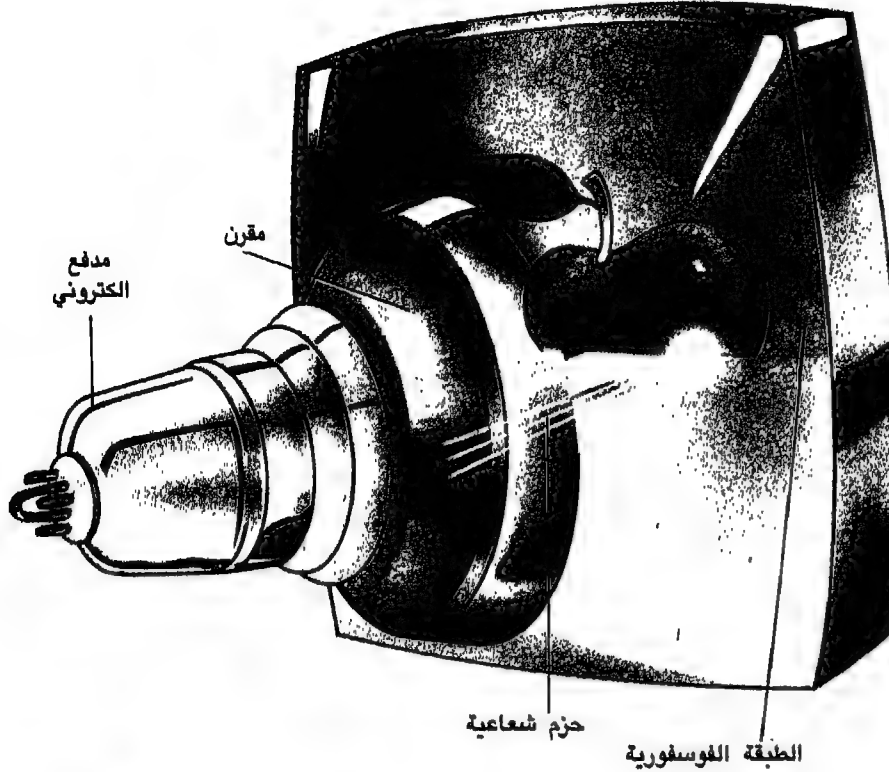
(Character Generator) والتي تتسلم رموز الأحرف المعدة للخروج وتترجمها؛ حرفاً تلو الآخر، إلى مجموعات (Blocks) متساوية الحجم مؤلفة من احاد واصفار - وكل صفر أو واحد يتحكم بنقطة واحدة من النقاط التي يتألف منها الشكل المعروض على الشاشة، والتي يطلق عليها اسم نقاط مضيئة (Pixels). جميع الاحاد والاصفار التابعة للمجمع الواحد، تشكل، مجتمعة، خريطة للحرف ومتواجدة في ذاكرة مولد الحروف. وهذا الترتيب من شأنه أن يخفف العبء عن وحدة المعالجة المركزية والذاكرة المركزية معاً. ولما كان شكل كل حرف يرمز به ٥ رقماً إصبعياً ثنائياً (Binary Digit) فإن الكمبيوتر يحقق مقداراً كبيراً من الكفاءة حينما يحفظ في



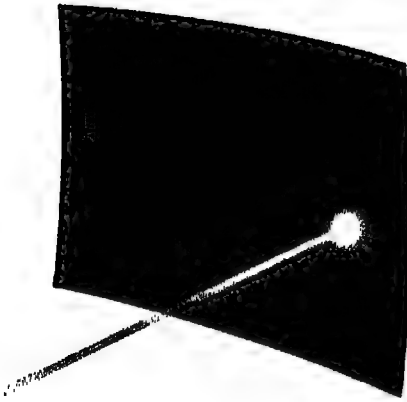
مثل هذه الصورة المكونة على الشاشة والتي تمثل تلافحة تتكون بدورها من نقاط دقيقة. ويتم تكوين الصورة عن طريق وضع ٤ طبقات من الأنماط التقطيعية، طبقة لكل لون من الألوان المستعملة طباعياً وهي أحمر الماجنتا والأزرق الداكن والأصفر والأسود وهي بمجموعها تعطي الرسم شكله المطبوع. فإذا كنا نشاهد الصورة الملونة على الشاشة الفيديوية فإن كثافة كل لون على الشاشة يمكن تعديلها بما يتلائم مع ادوائنا.

الذي لحقها هو في مجال التحديد (Resolution) وهو العامل المسؤول عن تمكين الشاشة من اعطاء مزيد من التفاصيل في الصورة المعروضة. وهناك أنابيب إشعاعية كاثودية قادرة على اظهار صور مكونة مما لا يقل عن تسعة ملايين نقطة مضيئة

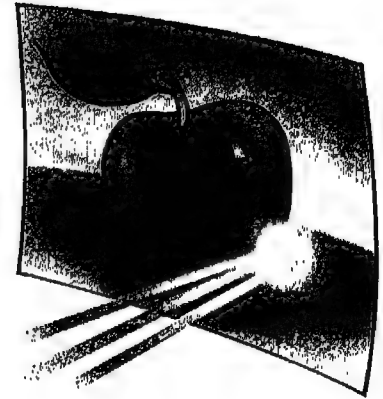
في معظم الكمبيوترات تتألف شاشة المراقب من انبوب اشعاع كاثودي المماثل للشاشة التلفزيونية. وبمرور الوقت أصبحت الأنابيب الإشعاعية الكاثودية أكثر نقاوة وصفاء وبالتالي قدرة في مجال التلوين والتكثيف. والتطور الأكبر



في انبوب اشعاع كاثودي يتولى مدفع الكتروني مستقر في العنق الضيق للأنبوب قذف حزمة شعاعية (Beam) من الإلكترونات باتجاه الشاشة المطلية من واجهتها الداخلية بالفوسفور الذي من شأنه أن يتوهج لفترات قصيرة كلما أصيب بالمقذوفات الإلكترونية. وفي طريقها نحو الشاشة، تمر الحزمة الشعاعية عبر مقرن (Yoke) كهرومغناطيسي يوجهها استناداً إلى التغيير في الحقلين المغناطيسيين العامودي والافقي للمقرن. ويتولى الكمبيوتر التحكم بهذه التغييرات وبالتالي بالانماط التي يشكلها الاشعاع على الطبقة الفوسفورية. وفي انبوب كاثودي ملون تولد ثلاث حزم شعاعية منفصلة كل منها مسؤول عن لون مختلف في النقاط المضيئة.



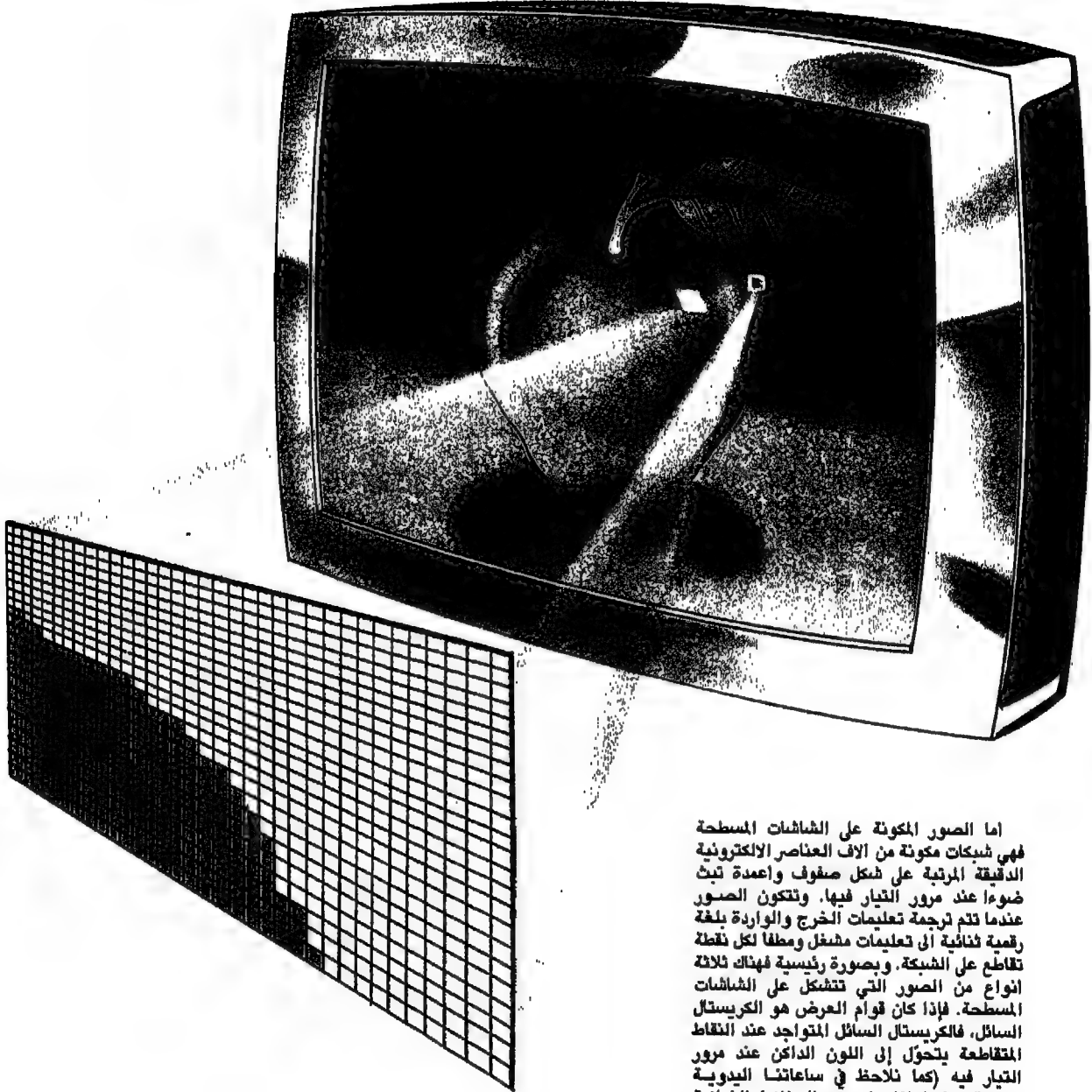
أما الأنبوب الاشعاعي الكاثودي الموجه (Vector CRT) فإنه يخطط حدود الصورة بحزمة شعاعية مستمرة لا بحزمة ذات نبضة متقطعة على أساس مبدأ مشغل ومطفا المستخدم في الأنبوب ذي المسح المتوازي. فالحزمة الشعاعية المسيرة بواسطة المقرن توجه بصورة مباشرة من احدى نقاط الصورة إلى الثانية بصورة خط قطري مائل (Diagonal) وكذلك عامودي وأقبي في أن. أما الشكل الذي يتكون فهو سلكي الشكل وهو يصلح بصورة خاصة في بعض التطبيقات كالهندسة. لكن هذا الأسلوب يتصف بالبعض إلى حد ما كما لا يوفر صوراً مجسمة.



هناك نوع من الانابيب الكاثودية ذات المسح المتوازي، (Raster-Scan CRT). هذا النوع يكون الرسوم على الشاشة عن طريق قذف الحزم الشعاعية الالكترونية بنمط افقي متجهاً من اليسار إلى اليمين ومن اعلی إلى اسفل. فإذا كان المراقب أحادي اللون فإن حزمة شعاعية الكترونية واحدة تنتقل بسرعة بين حالتی مشغل ومطفا بحيث يضاء جزء فقط من النقاط المضيئة وتترك الباقية معتمة لتشكل الخلفية اللازمة للتباين (Contrast). أما في المراقب الملون فإن الحزم الشعاعية الثلاث التي تهتج الفوسفور الأحمر والأخضر والأزرق في النقاط المضيئة فتنقلب بدورها بين حالتی مشغل ومطفا. وإن الكثافات المتنوعة للالوان الأساسية الثلاثية قادرة على خلق ما لا يقل عن ١٦ مليون تدرجاً لونياً.

المسطح. هذه الشاشات ليست أصغر حجماً فحسب بل أقل قابلية للعطب من سواها وتصميمها قائم على مبدأ الاحكام وليس على التجميع المرفف للمكونات الدقيقة داخل انبوب زجاجي مفرغ.

لكل شاشة مقابل ٦٤,٠٠ في المراقيب الكمبيوترية الشبيهة بشاشات التلفزيون المنزلي العادي. ولما كان الاتجاه السائد هو نحو الأجهزة القابلة للنقل والحمل فإن ذلك دفع بمزيد من التجارب على صعيد الشاشات الصغيرة ذات العرض



أما الصور المكونة على الشاشات المسطحة فهي شبكات مكونة من آلاف العناصر الإلكترونية الدقيقة المرتبة على شكل صفوف وإعمدة تبعث ضوءاً عند مرور التيار فيها. وتتكون الصور عندما تتم ترجمة تعليمات الخرج والواردة بلغة رقمية ثنائية إلى تعليمات مشغل ومطلق لكل نقطة تقاطع على الشبكة. وبصورة رئيسية فهناك ثلاثة أنواع من الصور التي تتشكل على الشاشات المسطحة. فإذا كان قوام العرض هو الكريستال السائل، فالكريستال السائل المتواجد عند النقاط المتقاطعة يتحول إلى اللون الداكن عند مرور التيار فيه (كما نلاحظ في ساعاتنا اليدوية الرقمية). أما إذا كان من البلازما الغازية (Gaz-Plasma) أو العرض المشع كهربائياً (Electroluminescent) فإن النقاط المتقاطعة تنوهج لتشكيل الصورة المطلوبة.

مَاهُو؟	كَيْفَ يَعْمَلُ؟	البيانات	المعالج	البرامج
اللغة	المنطق	الدارات	التأهيل	الطريفات



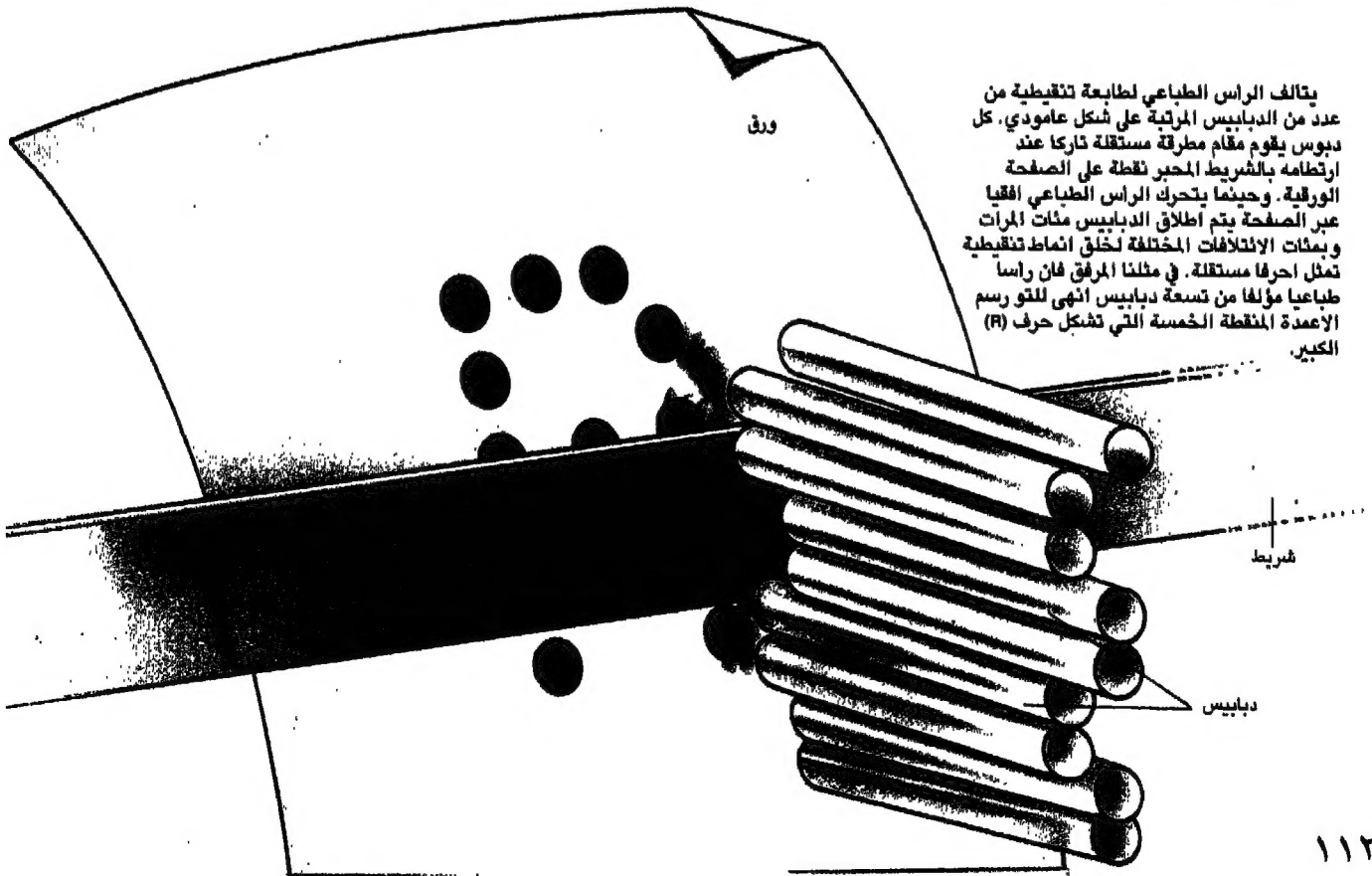
بدأنا في الفصل ما قبل الأخير عرض طريقة عمل الأجهزة الطرفية بدءاً بلوحة المفاتيح إلى المراقب، وفي هذا الفصل نستعرض آلة الطباعة نحتمين بذلك استعراض الأجهزة الطرفية الأساسية لعمل الكمبيوتر.

الطابعة

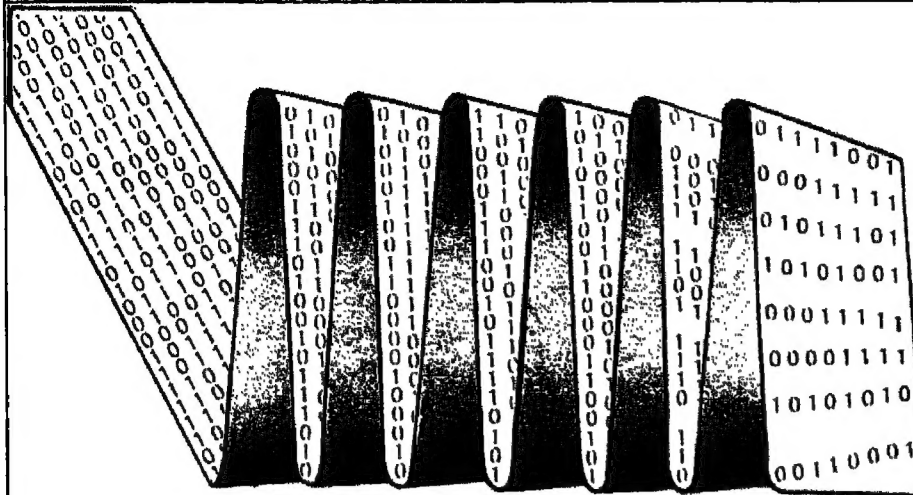
المصدر: الكاتب: المهندس

وهناك طابعات وقعية تطبع الأحرف كاملة اي غير منقطة. وهي بدورها على انواع منها ما يطبع النص حرفاً حرفاً ومنها ما يطبع السطر بكامله ولذلك تتراوح سرعتها بين ١٠ احرف في الثانية و آلاف الاسطر في الدقيقة. بعض الطابعات غير الوقعية تعتمد بدورها اسلوب الطبع التنقيطي واحيانا اخرى اسلوباً شبيهاً بأسلوب آلة النسخ (Photocopy). هذا النوع الاخير يجمع بين المرونة التي تتمتع بها الطابعات التنقيطية والنوعية الرفيعة التي تمتاز بها الطابعات التي تطبع الحرف بكامله دفعة واحدة.

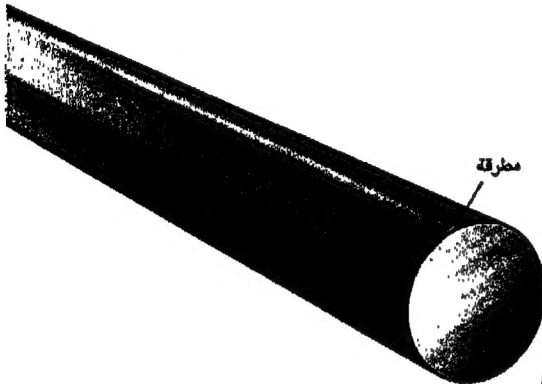
تقع الطابعات، وهي اجهزة اخراج مهمتها صنع نسخة ورقية دائمة عن العمل الذي يقوم به الكمبيوتر، على نوعين رئيسيين. الاول الطابعات الوقعية (Impact) التي تعمل عن طريق ضغط او احداث وقع فوق شريط محبر يمر امام صفيحة ورقية والطابعات غير الوقعية (Nonimpact). اما الفارق بينهما فهو في النوعية والسرعة والكلفة. تقوم الطابعات الوقعية برسم الأحرف اما كاملة او منقطة عندها يطلق عليها اسم طابعات تنقيطية (Dot-matrix) وهي اقتصادية يمكن برمجتها لخلق عدد مختلف ومتنوع من الأحرف والرسوم التصويرية. وهي تقوم بالطباعة حرفاً تلو الاخر وتتراوح سرعتها بين ١٠٠ حرف في الثانية و ٦٠٠ سطر في الدقيقة.



يتألف الرأس الطباعي لطابعة تنقيطية من عدد من الدبابيس المرتبة على شكل عامودي. كل دبوس يقوم مقام مطرقة مستقلة تاركاً عند ارتباطه بالشريط المحبر نقطة على الصفحة الورقية. وحينما يتحرك الرأس الطباعي افقياً عبر الصفحة يتم إطلاق الدبابيس مئات المرات وبمئات الاثلاثات المختلفة لخلق انماط تنقيطية تمثل احرفاً مستقلة. في مثلنا المرفق فان رأساً طباعياً مؤلفاً من تسعة دبابيس انهى للتو رسم الأعمدة المنقطعة الخمسة التي تشكل حرف (R) الكبير.



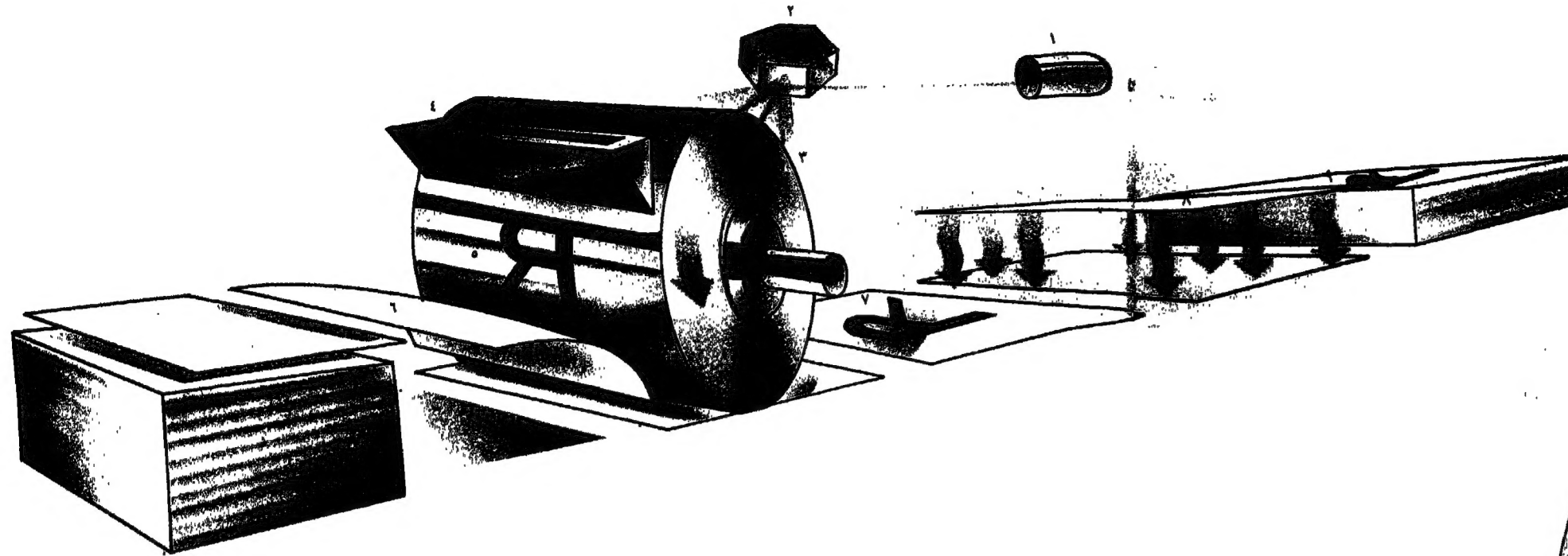
لضمان السرعة تعتمد تقنية خاصة
قوامها تخصيص ذاكرة مؤقتة يطلق عليها
الذاكرة العازلة (Buffer) ومهمتها سد فجوة
السرعة بين الكمبيوتر وأجهزة الدخل
والخرج. فالطابعات محكومة بمكوناتها
الميكانيكية ولا تستطيع ان تماشي السرعة
الالكترونية التي تمتاز بها الكمبيوترات.
تتلقى الذاكرة العازلة الموجة بالخرج
البيانات من الكمبيوتر بالسرعة التي تعالج
بها هذه البيانات، فتخزنها وتلقمها الى
الطابعة بمعدل ادنى من السرعة الذي
ينسجم مع سرعة الطابعة. هذا الترتيب
يسمح للكمبيوتر بمطابقة عمله بسرعه
المعهودة دون فقدان اي من المواد المعدة
الخارج والتي تتدفق بسرعات كبرى.



تتألف العناصر الاساسية للطابعات الوقعية
من مطرقة وقرصة احرف (Slug) وشريط محبر
ورق. تقوم المطرقة بدفع هذه العناصر بعضها
الى بعض لطبع الحرف على الصفحة. في الانواع
التي تطبع كل حرف على حدة فالقرصات الحرفية
تركب على محيط اداة دائرية يطلق عليها اسم
دولاب (Daisy Wheel) وحينما تقوم المطرقة
بالضغط على القرصة المعينة التي تتحرك وتنتقل
الى موقعها المناسب نتيجة الدوران السريع
للدولاب يحصل الوقع. اما بالنسبة لبعض
الطابعات السطرية فان قرصات السطر ترتب على
قطعة معدنية مرنة ويحصل الوقع، وبالتالي،
الطبع بضغط الورق على كل حرف.

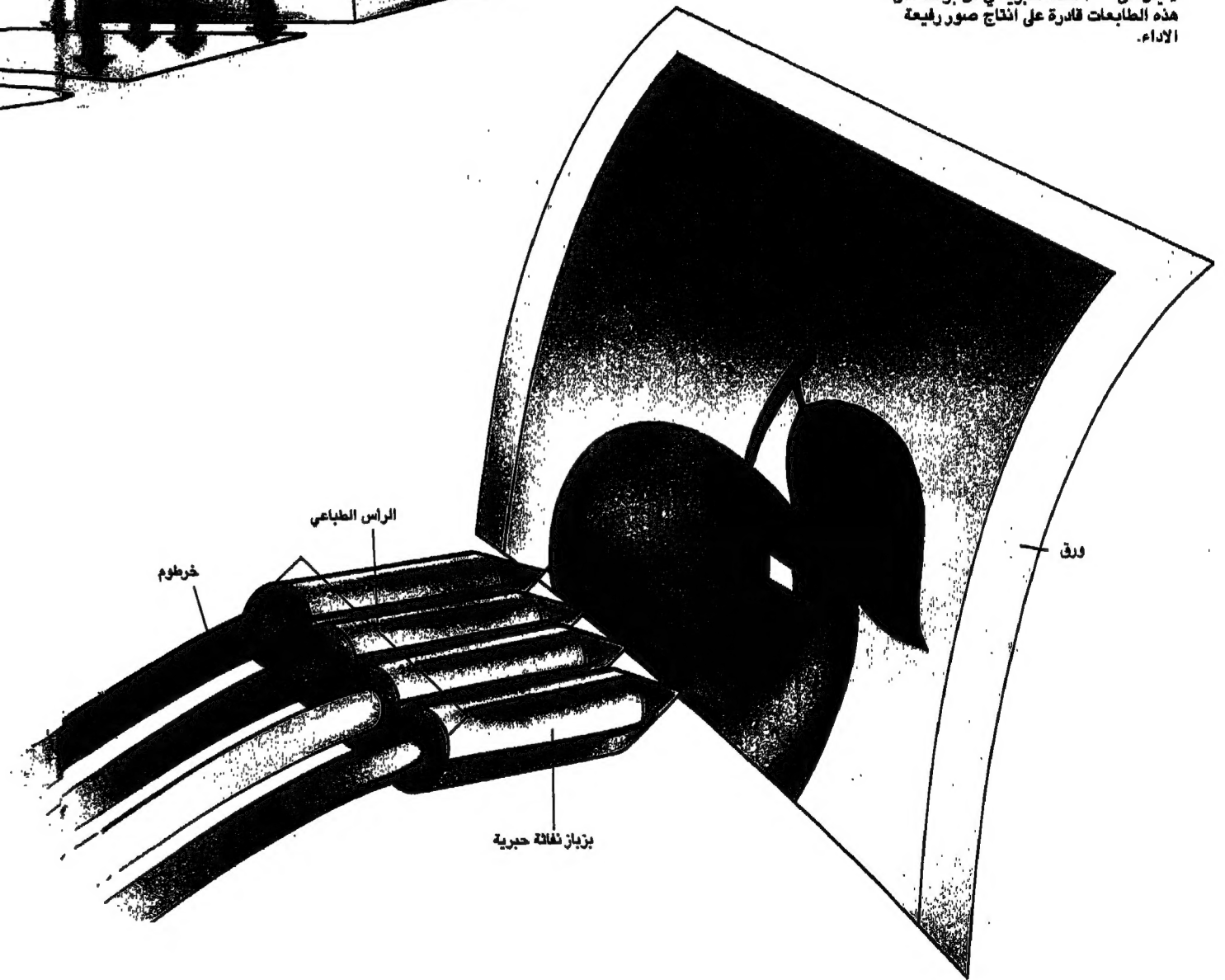


تطبع الطابعات المعروفة بالطابعات النفاثة (Inkjet) الصور من نقاط تتكون عن طريق دفع رذاذ حبري دقيق على الصفحة الورقية. هذا الأسلوب يناسب بصورة خاصة الصور الملونة اذ يستخدم الألوان الطباعية الأساسية الاربعة وهي الازرق الداكن والاحمر الماجنتا والاصفر والاسود. وحينما يتحرك الرأس الطباعي افقيا على صفحة الورق تطلق النفاثات رذاذات الحبر بتسلسل ينظمه معالج صغري موجود في الطابعة مكونا بذلك صفا من النقاط في كل رشة نفاثة. ولما كانت هذه الطابعات تستطيع رش ما لا يقل عن ٣٠٠ نقطة حبرية في كل بوصة فان هذه الطابعات قادرة على انتاج صور رفيعة الاداء.



مكونا بذلك صورة معكوسة مستقرة. بعد ذلك يرش الطبل بمسحوق ناعم مشحون بالكهرباء الموجبة يطلق عليه منغم (Toner) (٤) والذي يلتصق على الامكنة ذات الشحنة الحيدية (٥). وحينما تتصل الصفحة الورقية (٦) المشحونة بالكهرباء السالبة بالطبل يجذب المنغم اليها مكونا الشكل المطلوب (٧). ويلتصق الرسم على الورقة بمزيج من الحرارة والضغط (٨). وبعد ان يتم انتاج الورقة المطبوعة (٩) يتحرر الطبل من شحنته الكهربائية وينظف ويعاد شحنه استعدادا لعملية طباعية ثانية.

هناك نوع آخر من الطابعات يعمل بمبدأ التصوير الحراري (Electrophotography) المعروف باسم الطابعات الليزرية (Laser) هذه الطابعات تستطيع طباعة صفحة كاملة دفعة واحدة. وتتألف الطابعة الليزرية من جهاز ليزري صغير (١) يشغل ويطلق ملايين المرات في الثانية الواحدة بواسطة معالج صغري فيطلق مجرى ضوئيا على مرآة مسدسة الزوايا (٢) هذه المرآة تؤدي الى ارتداد الضوء فينعكس على طبل (Drum) مشحون بالكهرباء الموجبة (٣) فيتحديد السطح من الكهرباء اي يفلد شحنة الضوء



الرسوم التصويرية

يستطيع الكمبيوتر انبات العشب وروية الاشكال المجسمة من اية زاوية شئنا بل وحتى محاكاة التشايط الديناميكي للمذنبات. ومن تطبيقات الكمبيوتر الرسومية الجديدة المهشومات (Fractals) وهي اشكال جيومترية وهمية كليا تعبر عن تصاميم رياضية تتبع للعلماء فهم الظواهر الطبيعية عن طريق دراسة بعض الظواهر الرسومية التي تبدو منتظمة ولكن تكشف عند تحليلها، كمبيوتريا، عن انتظام خفي ومدهش. وتستعمل هذه التقنية لمحاكاة الطبيعة لدراسة قوانينها اضافة الى ذلك تستعمل التطبيقات الرسومية في مختلف الشؤون التي تتعدى الطب والصناعة الى التسلية. فبالامكان «سوق» سيارة وصدمها بوجه حائط، على الشاشة الكمبيوترية، لمعرفة تأثير ذلك على مكونات السيارة.

